

신고리 5,6호기

예비안전성분석보고서(공개본)

11장



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

목 차 (5 중 1)

| 1

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11	<u>방사성폐기물 관리</u>	11.1-1
11.1	<u>방사선원항</u>	11.1-1
11.1.1	설계기준 방사선원항	11.1-1
11.1.1.1	원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능	11.1-1
11.1.1.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능	11.1-3
11.1.1.3	2차 계통 방사능	11.1-4
11.1.1.4	방사성폐기물관리계통 방사능	11.1-8
11.1.1.5	체적제어탱크 방사능	11.1-8
11.1.1.6	원자로배수탱크 방사능	11.1-8
11.1.1.7	탈기기 방사능	11.1-8
11.1.1.8	기기배수탱크 방사능	11.1-8
11.1.2	예상 방사선원항	11.1-8
11.1.2.1	원자로냉각재의 방사능	11.1-8
11.1.2.2	사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능	11.1-9
11.1.2.3	2차 계통 방사능	11.1-9
11.1.3	중성자에 의한 방사화생성물	11.1-9
11.1.3.1	크러드의 방사능	11.1-9
11.1.3.2	C-14 생성	11.1-11
11.1.4	원자로냉각재내 삼중수소 생성	11.1-12
11.1.4.1	삼중수소의 방사화 선원	11.1-12
11.1.4.2	핵분열에 의한 삼중수소	11.1-13
11.1.4.3	2차 계통 삼중수소 농도	11.1-13
11.1.5	핵연료 운전경험	11.1-13
11.1.6	누설선원	11.1-13
11.1.7	폐수지의 양	11.1-14
11.1.8	참고문헌	11.1-14
부록 11.1A	노심체류시간	

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.2	<u>액체방사성폐기물관리계통</u>	11.2-1
11.2.1	설계기준	11.2-1
11.2.1.1	기준 및 평가	11.2-1
11.2.1.2	규격 및 표준	11.2-3
11.2.1.3	특성	11.2-6
11.2.2	계통 설명	11.2-6
11.2.2.1	일반 사항	11.2-6
11.2.2.2	기기 설명	11.2-8
11.2.2.2.1	액체방사성폐기물 수집탱크	11.2-8
11.2.2.2.2	감시탱크	11.2-9
11.2.2.2.3	공정 펌프	11.2-10
11.2.2.2.4	역삼투압설비 패키지	11.2-10
11.2.2.2.5	이동식 설비를 대비한 시설	11.2-11
11.2.2.2.6	복수탈염계통 폐기물	11.2-11
11.2.2.2.7	방사성세탁계통 배수탱크	11.2-11
11.2.2.2.8	방사성세탁계통 배수여과기	11.2-11
11.2.2.3	계통 운전	11.2-12
11.2.3	안전성 평가	11.2-13
11.2.4	검사 및 시험 요건	11.2-13
11.2.5	계측 설비	11.2-13
11.2.6	액체방사성물질 배출	11.2-14
11.2.6.1	배출지점	11.2-15
11.2.6.2	희석인자	11.2-15
11.2.6.3	예상피폭선량	11.2-15
11.2.7	정상운전시 액체유출물의 방사능농도	11.2-16
11.2.7.1	영향분석 및 결과	11.2-16
11.2.8	참고문헌	11.2-18
11.3	<u>기체방사성폐기물관리계통</u>	11.3-1
11.3.1	설계기준	11.3-1
11.3.1.1	기준 및 평가	11.3-1
11.3.1.2	규격 및 표준	11.3-3
11.3.1.3	특성	11.3-5

목 차 (5 중 3)

| 1

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>	
11.3.2	계통설명	11.3-6	
11.3.2.1	일반설명	11.3-6	
11.3.2.2	기기설명	11.3-9	
11.3.2.2.1	모관배수탱크	11.3-9	
11.3.2.2.2	활성탄지연대 및 활성탄보호대	11.3-9	
11.3.2.2.3	고성능입자여과기	11.3-10	
11.3.2.2.4	폐기체건조기	11.3-10	
11.3.2.2.5	냉각기	11.3-10	
11.3.2.2.6	배관 및 밸브	11.3-10	
11.3.3	안전성평가	11.3-10	
11.3.4	검사 및 시험 요건	11.3-10	
11.3.5	계측설비	11.3-10A	1
11.3.6	예상 기체방사성폐기물 배출량	11.3-11	
11.3.6.1	기체방사성물질 배출	11.3-11	
11.3.6.2	기체 방사성물질 배출지점	11.3-11	
11.3.6.3	대기확산인자	11.3-11	
11.3.6.4	예상피폭선량	11.3-12	
11.3.7	기체방사성폐기물관리계통의 누설 또는 고장	11.3-12	
11.3.7.1	사고 전개	11.3-12	
11.3.7.2	영향분석 및 결과	11.3-12	
11.3.8	정상운전시 기체유출물의 방사능농도	11.3-14	
11.3.8.1	영향 및 결과 분석	11.3-14	
11.3.9	참고문헌	11.3-16	
11.4	<u>고체방사성폐기물관리계통</u>	11.4-1	
11.4.1	설계기준	11.4-1	
11.4.1.1	기준 및 평가	11.4-1	
11.4.1.2	규격 및 표준	11.4-3	
11.4.1.3	특성	11.4-5	
11.4.2	계통 설명	11.4-5	
11.4.2.1	일반 설명	11.4-5	
11.4.2.2	기기 설명	11.4-7	
11.4.2.2.1	저방사성폐수저장탱크	11.4-7	
11.4.2.2.2	폐수지장기저장탱크	11.4-7	

목 차 (5 중 4)

| 1

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.4.2.2.3	배관 및 밸브	11.4-8
11.4.2.2.4	고체방사성폐기물 압축기	11.4-8
11.4.2.2.5	분류 및 분쇄설비	11.4-8
11.4.2.2.6	폐기물 용기	11.4-8
11.4.2.2.7	브릿지크레인	11.4-9
11.4.2.2.8	농축폐액처리설비	11.4-9
11.4.2.2.9	폴리머고화설비	11.4-9
11.4.2.3	계통 운전	11.4-9
11.4.2.3.1	폐수지 저장 및 취급	11.4-9
11.4.2.3.2	폐여과기 및 막 취급과 저장	11.4-10
11.4.2.3.3	잡고체폐기물	11.4-11
11.4.2.3.4	농축폐액	11.4-12
11.4.2.4	포장, 저장 및 운반	11.4-12
11.4.2.4.1	중저준위방사성폐기물 임시저장고	11.4-12A
11.4.2.4.2	방사성폐기물드럼 핵종분석장치	11.4-12A
11.4.3	예상 폐기물 부피 및 방사능량	11.4-14
11.4.4	안전성 평가	11.4-14
11.4.5	검사 및 시험 요건	11.4-14
11.4.6	계측설비	11.4-14
11.4.7	저장 용량	11.4-14
11.4.8	참고문헌	11.4-15
11.5	<u>공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통</u>	11.5-1
11.5.1	공정 및 유출물 방사선감시계통	11.5-1
11.5.1.1	설계 기준	11.5-1
11.5.1.2	계통 설명	11.5-3
11.5.1.2.1	감시기 설계 및 구성	11.5-3
11.5.1.2.2	주제어실 연계	11.5-5
11.5.1.2.3	공정 및 유출물방사선감시기	11.5-5
11.5.1.2.3.1	기체 공정 및 유출물 방사선감시기	11.5-5
11.5.1.2.3.2	액체 공정 및 유출물방사선감시기	11.5-7
11.5.1.3	교정 및 정비	11.5-9
11.5.2	공정 및 유출물 방사선 시료채취 계통	11.5-9
11.5.2.1	프로그램	11.5-9
11.5.2.2	시료채취 위치	11.5-9

| 2

목 차 (5 중 5)

| 1

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
11.5.2.3	예상 성분 및 농도	11.5-10
11.5.2.4	시료채취 주기 및 절차	11.5-10
11.5.2.5	분석절차 및 민감도	11.5-10
11.5.3	참고문헌	11.5-11

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

표 목 차 (2 중 1)

번 호	제 목	페이지
표 11.1-1	원자로냉각재 내 핵분열생성물의 최대 방사능 분석을 위한 기준	11.1-17
표 11.1-2	원자로냉각재의 설계기준 비방사능(노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 1.0 %, 탈기기 연속운전 가정)	11.1-18
표 11.1-3	사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정시 적용 가정사항	11.1-19
표 11.1-4	사용후연료저장조와 재장전수조의 설계기준 및 예상 비방사능(Bq/g)	11.1-20
표 11.1-5	증기발생기 2차측 방사능농도 계산시 가정사항	11.1-21
표 11.1-6	2차 계통 내 방사성핵종의 설계기준 비방사능(Bq/g) (1 % 핵연료손상률 적용)	11.1-22
표 11.1-7	고유량취출수 내 방사성 부식생성물의 비방사능(Bq/g)	11.1-24
표 11.1-8	기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능(Bq/cm ³)	11.1-25
표 11.1-9	정상운전시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능 (노심출력: 3,983 MWt, 탈기기 미운전 가정)	11.1-26
표 11.1-10	2차 계통 내 방사성핵종의 예상 비방사능(Bq/g)	11.1-27
표 11.1-11	장반감기 방사성크리드 핵종	11.1-29
표 11.1-12	방사성크리드의 방사능 계산에 사용된 변수	11.1-30
표 11.1-13	장반감기 방사성크리드의 비방사능	11.1-31
표 11.1-14	원자로냉각재 내 방사성크리드의 평균 비방사능	11.1-32
표 11.1-15	삼중수소 생성의 방사화 반응	11.1-33
표 11.1-16	삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수	11.1-34
표 11.1-17	원자로냉각재 내 삼중수소의 생성	11.1-35
표 11.1-18	핵증기공급계통 기기의 예상 최대 누설률	11.1-36
표 11.2-1	연간 액체 방사성물질 배출량(Bq/yr)	11.2-20
표 11.2-2	액체방사성폐기물관리계통 폐기물 유입량 및 처리	11.2-22
표 11.2-3	화학 및 체적제어계통과 액체방사성폐기물관리계통 기기에 대한 제염계수	11.2-23
표 11.2-4	PWR-GALE 전산프로그램에 사용된 변수값	11.2-24
표 11.2-5	액체방사성물질 배출로 인한 연간 개인 선량	11.2-27
표 11.2-6	설계기준 연평균 액체배출물 방사능농도	11.2-28
표 11.2-7	액체방사성폐기물관리계통 기기 목록	11.2-30

표 목 차 (2 중 2)

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
표 11.2-8	액체방사성폐기물관리계통 기기 규격	11.2-37
표 11.2-9	액체방사성폐기물탱크 과충수 방지 설계기준	11.2-38
표 11.2-10	액체방사성폐기물관리계통 방사선원	11.2-39
표 11.2-11	액체방사성폐기물계통 방사능 결정시 가정사항 및 입력자료	11.2-51
표 11.3-1	기체방사성폐기물관리계통 설계 가정사항	11.3-18
표 11.3-2	기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 기체의 주요 발생원별 연간 발생량 및 유량	11.3-19
표 11.3-3	기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능(Bq/cc)	11.3-20
표 11.3-4	공기 유출물 분석에 가정된 환기 및 배기계통 유출물 처리	11.3-21
표 11.3-5	기체방사성폐기물관리계통 계측기 및 제어	11.3-22
표 11.3-6	기체방사성폐기물관리계통 기기 목록	11.3-23
표 11.3-7	연간 예상 기체방사성폐기물 배출량(1개 호기 기준, Bq/yr)	11.3-25
표 11.3-8	정상운전시 기체배출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항	11.3-26
표 11.3-9	정상운전시 기체배출물에 의한 제한구역경계에서의 연간 개인선량(mSv/yr)	11.3-27
표 11.3-10	제한구역경계에서 설계기준 연평균 기체배출물 방사능농도	11.3-28
표 11.3-11	기체방사성폐기물관리계통 기기관련 규격	11.3-29
표 11.3-12	정상운전시 기체배출물에 의한 연령군별, 장기별, 피폭경로별 개인선량(1개 호기 기준, mSv/yr)	11.3-30
표 11.3-13	정상운전시 기체배출물에 의한 주민 집단선량 (1개 호기 기준, person-mSv/yr)	11.3-33
표 11.4-1	고체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생되는 폐기물량	11.4-17
표 11.4-2	고체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량(Bq)	11.4-18
표 11.4-3	고체방사성폐기물관리계통 기기 목록	11.4-20
표 11.4-4	고체방사성폐기물관리계통 기기관련 규격	11.4-21
표 11.4-5	고체방사성폐기물관리계통 압축공기 사용기기 목록	11.4-22
표 11.5-1	기체 공정 및 유출물 방사선감시계통	11.5-12
표 11.5-2	액체 공정 및 유출물 방사선감시계통	11.5-15

제 11 장 - 방사성폐기물 관리

그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>
그림 11.2-1	액체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도
그림 11.2-2	액체방사성 폐기물관리계통 공정 흐름도
그림 11.3-1	기체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도
그림 11.3-2	기체방사성 폐기물의 공기중 방출경로
그림 11.3-3	기체방사성 폐기물의 방출지점 및 방출고도
그림 11.4-1	고체방사성 폐기물관리계통 배관 및 계장도
그림 11.4-2	고체방사성 폐기물관리계통 흐름도
그림 11.5-1	방사선감시계통 배관 및 계장도

11 방사성폐기물 관리

11.1 방사선원향

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

방사선원향의 정의

가. 설계기준 방사선원향

설계기준 방사선원향은 방사성폐기물관리계통의 설계와 발전소 기기의 집적선량의 결정에 사용된다. 설계기준 방사선원향은 표 11.1-1에 제시된 원자로냉각재의 최대 방사능 분석을 위한 입력자료 중 설계기준 자료에 근거하여 계산된다.

나. 예상 방사선원향

예상(또는 운전기준) 방사선원향은 정상운전시 발전소로부터 환경으로의 연간 평균 방출량을 기술하는 데 사용된다. 즉, 발전소 배기장치로부터의 방사성물질 방출, 액체유출, 고체 방사성물질의 소외 선적으로 인한 부지경계선량은 이 방사선원향을 이용한 계산의 한 예이다. 예상 방사선원향은 표 11.1-1에 제시된 정상운전시 원자로냉각재의 방사능 해석을 위한 실제적 모델에 근거하여 계산된다. 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)에 기술되어 있는 방출과 관계된 계산은 규제지침서 1.112(개정 1, 2007년 3월)의 가정을 따른다.

| 2

11.1.1 설계기준 방사선원향

11.1.1.1 원자로냉각재내 핵분열생성물의 방사능

방사성폐기물관리계통의 설계와 발전소 기기의 집적선량의 결정에 사용되는 원자로냉각재 내 핵분열생성물의 설계기준 방사선원향은 DAMSAM 전산프로그램(참고문헌 1)을 이

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

용하여 계산된다. 이 계산에는 방사성핵종의 붕괴에너지, 반감기, 그리고 존재량 등을 복합적으로 고려하여 설계 목적상 중요한 핵종들이 최대 방사능 계산에 고려된다.

원자로냉각재계통 내 핵종농도를 결정하는데 사용한 수학적 모형은 일단의 선형 1차 미분방정식을 포함하는데, 이 식들은 핵연료 펠렛영역과 냉각재영역에 대해서 핵분열생성물의 생성과 제거의 질량평형을 적용하여 얻어진다. 핵연료 펠렛영역에서의 생성은 핵분열에 의해 직접 생성되는 핵분열생성물, 선행핵종의 붕괴, 중성자에 의한 방사화 등이며, 제거에는 방사성붕괴, 중성자에 의한 방사화, 원자로냉각재로의 누설 등에 의한 제거로 이루어진다. 냉각재영역에서의 생성은 손상된 핵연료피복재를 통해 핵연료로부터 누출되는 핵분열생성물, 냉각재내의 선행핵종의 붕괴, 냉각재와 부식생성물의 중성자에 의한 방사화 등을 포함하며, 제거에는 방사성붕괴, 냉각재의 정화, 핵연료 연소에 따른 붕소농도 조절을 위한 주입 및 방출 운전, 누설과 부하추종운전 및 발전소의 기동과 정지와 같은 또 다른 주입 및 방출 운전 등에 의해 이루어진다.

핵연료 펠렛영역 내 핵분열생성물의 양을 결정하는데 사용한 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{dN_{p,i}}{dt} = & (F)(Y_i)(P) + (f_i - \lambda_i - \nu_i)N_{p,i-1} + \sigma_i \phi N_{p,j} \\ & - (\lambda_i + D\nu_i + \sigma_i \phi)N_{p,i} \end{aligned} \quad (11.1-1)$$

원자로냉각재영역 내 핵분열생성물의 양을 결정하는데 사용한 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{dN_{c,i}}{dt} = & (D)(\nu_i)(N_{p,i}) + (f_i - \lambda_i - \nu_i)N_{c,i-1} + (\sigma_i \phi \cdot \text{CVR})N_{c,j} \\ & - (\lambda_i + \frac{\dot{Q}}{W}\eta_i + \frac{(1-\eta_i)\dot{C}}{C_o - t\dot{C}} + \frac{L}{W} + \sigma_i \phi \cdot \text{CVR})N_{c,i} \end{aligned} \quad (11.1-2)$$

여기에서 각각의 변수들은 다음과 같이 정의된다.

- N = 원자수, atoms
- F = 평균 핵분열률, fission/MWt-sec
- Y = 핵분열생성물의 생성수율, fraction(참고문헌 2)
- P = 노심출력, MWt
- λ = 붕괴상수, sec^{-1} (참고문헌 3)
- σ = 미시 반응단면적, cm^2 (참고문헌 4)
- ϕ = 중성자속, $\text{n/cm}^2\text{-sec}$
- ν = 누설률 계수, sec^{-1}
- f = 붕괴시의 분기율, fraction
- t = 시간, sec

- D = 핵연료피복재의 손상 비율, fraction
 CVR = 전체 원자로냉각재에 대한 노심 내 냉각재의 질량 비율, fraction
 \dot{Q} = 출력운전중 화학 및 체적제어시스템의 정화유량, kg/sec(lbm/sec)
 W = 출력운전중 원자로냉각재시스템내의 냉각재 질량, kg(lbm)
 η = 화학 및 체적제어시스템 이온교환기 수지와 탈기기의 제거효율
 C_o = 노심 내 초기 붕소농도, ppm
 \dot{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 정의된다.

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

이 모델에는 핵연료봉 내의 공간 간극영역이 포함되어 있지 않으며, 대신 핵연료 펠렛에서 냉각재로의 전반적인 방출을 나타내기 위한 누설률계수가 이용된다. 이 누설률계수는 Bettis가 제안하여 NRX와 MTR 원자로(참고문헌 5)에서 행해진 실험에서 유도된 경험값이다. 누설률계수는 높은 선형열발생률을 나타내는 조건에서 운전된 시험 핵연료봉으로부터 얻어졌는데, 선형열발생률은 26.035 cm(10.25 in) 길이의 시험 부분 모두에 대해 균일하였다. 정확한 열발생률은 알려지지 않았지만 조사후 시험 결과로 몇몇 시편들의 중심부에서 용융발생을 확인하였다. 결함 핵연료봉으로부터의 핵분열 기체 및 요오드 방출의 핵연료봉 길이에 대한 상관관계를 알아보기 위한 후속 시험이 캐나다에서 행해졌으며(참고문헌 6), 이 실험으로부터 선형열발생률과 누설률계수 간의 상관관계를 부수적으로 얻었다. 계산에 적용한 불활성기체와 할로겐의 누설률계수는 표 11.1-1에 나타나 있는데(참고문헌 27) 실제 원자로에서의 핵연료봉의 평균 선형열발생률은 이 누설률계수에 대응하는 선형열발생률(591 W/cm(18 kW/ft))보다 상당히 낮으므로 이 누설률 계수는 보수적인 값이다.

2

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

11.1.1.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

핵연료재장전 시작 시점에서의 사용후연료저장조 및 재장전수조 내의 핵분열생성물과

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

부식생성물의 설계기준 비방사능 계산에는 표 11.1-3의 가정을 적용하며 그 결과는 표 11.1-4와 같다. 표 11.1-4의 설계기준 비방사능값은 연료재장전을 위한 발전소 정지과정에서 원자로냉각재계통이 2일간 냉각되었다는 가정 하에 계산된 값이다. 이 냉각기간 동안 1차냉각재는 정화필터, 정화이온교환기, 탈기기 및 체적제어탱크를 통과하여 정화된다. 이렇게 하여 탈기기에 의해 불활성 기체를 제거함으로써 원자로용기상부헤드를 연 후 다량의 방사능이 원자로건물로 방출되는 것을 방지하고 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 원자로건물내재장전수탱크로부터 약 1.772×10^6 L(468,200 gal)의 물을 재장전수조에 채우게 된다. 그 다음에 사용후연료저장조의 약 1.722×10^6 L(455,000 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 방사능이 제거된다.

핵연료재장전 후에 사용후연료저장조는 격리되고 재장전수조의 물은 원자로건물내재장전수탱크로 회수되는데 이런 일련의 작업과정을 가정하여 사용후연료저장조 및 관련 계통의 방사능을 계산한다.

손상된 핵연료로부터 사용후연료저장조로의 방사성 핵종 누설은 사용후연료저장조 내 물의 방사성 핵종 농도에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 이것은 사용후연료저장조 내에 있는 사용후연료의 피복관 내 방사능의 누출률계수가 매우 낮기 때문이다. 누출률계수가 낮은 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 손상핵연료를 별도의 용기에 넣어서 격리한다. 핵연료재장전 작업이 완료된 후 사용후연료저장조 내 물의 주요 방사선원은 사용후연료집합체의 표면으로부터 탈리되는 크러드이다.

11.1.1.3 2차 계통 방사능

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

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

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

가. 증기발생기 취출탈염기를 통한 처리

나. 복수정화탈염기를 통한 처리

다. 방사성붕괴

라. 주복수기 진공펌프를 통한 배기

마. 주증기의 누설

2차 계통의 설계기준 방사선원은 11.1.1.1절에 제시된 원자로냉각재의 설계기준 방사선원을 기준으로 계산되며, 가정사항은 표 11.1-5와 같다. 증기발생기 내 2차측 냉각수는 액체상과 증기상으로 존재하며 냉각수의 상태에 따라 방사선원이 다르다. 2차 계통 냉각수의 상태에 따른 설계기준 평형 방사능농도는 다음 식에 의해 계산된다.

가. 2차 계통 액체상 냉각수 방사능

증기발생기내 2차 계통 액체상 냉각수의 핵종농도(즉, 취출 방사선원)는 다음 식으로 계산된다.

$$M_{sl} \frac{dN_{sl}}{dt} = RN_w - TN_{sg} - BN_{sl} - \lambda N_{sl} M_{sl} + TN_{sg} (1 - F) + TFN_{sg} \left[\frac{0.8333}{DF_d} + \frac{0.1667}{DF_d DF_c} \right] + BN_{sl} \frac{1}{DF_b} \left[0.8333 + \frac{0.1667}{DF_c} \right] \quad (11.1-3)$$

여기서,

N = 핵종농도, Bq/g

R = 1차 계통에서 2차 계통으로의 냉각재 누설률, g/sec

T = 주증기유량, g/sec

F = 주복수기에 도달하는 주증기내 핵종 비율

M = 증기발생기내 2차측 냉각수 질량, g

B = 증기발생기 취출률, g/sec

DF = 제염계수

λ = 붕괴상수, sec^{-1}

0.1667 = 주복수기에 도달하는 2차측 냉각수중 복수정화탈염기에 의해 처리되는 비율

첨자는,

s = 증기발생기

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- w = 원자로냉각재
- c = 복수탈염계통
- d = 복수기진공계통
- b = 증기발생기 취출계통
- l = 2차 계통 액체
- g = 2차 계통 증기

또한, 상기 식에서 2차 계통 증기발생기내 방사능농도 $N_{sg} = \alpha N_{sl}$ 로 표시되며, α 는 증기발생기 내 핵종 분리계수(단위질량당 증기 내 농도/액체 내 농도)를 나타낸다.

따라서 증기발생기내 2차측 냉각수의 액체상 평형 방사성 핵종농도는 다음 식으로 표시된다.

$$N_{sl} = \frac{RN_w}{\lambda M_{sl} + \alpha TF \left\{ 1 - \left(\frac{0.8333}{DF_d} + \frac{0.1667}{DF_d DF_c} \right) \right\} + B \left\{ 1 - \frac{1}{DF_b} \left(0.8333 + \frac{0.1667}{DF_c} \right) \right\}}$$

(11.1-4)

상기 식에 따른 각 핵종별 방사능농도는 표 11.1-6과 같다.

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 1차 계통에서 2차 계통으로의 냉각재 누설률과 1차측 냉각재 내 방사성 핵종농도를 곱한 값을 증기발생기에서 발생하는 주증기유량으로 나눈 값으로서 다음 식과 같이 표현된다.

$$N_{sg} = \frac{RN_w}{T}$$

(11.1-5)

상기 식의 변수에 대한 설명은 식 (11.1-3)과 동일하다.

증기발생기에서 발생하는 주증기내 비불활성기체의 평형 방사능농도는 증기발생기 2차측 액체상에서의 평형 핵종농도와 증기발생기의 분리계수(즉, 증기발

생기 2차측 냉각재의 액체상에서의 핵종농도와 주증기내에서의 핵종농도의 비)를 곱한 값으로 다음과 같이 표현된다.

$$N_{sg} = \alpha N_{sl} \quad (11.1-6)$$

식 (11.1-5) 및 (11.1-6)에 따라 계산된 주증기에서의 설계기준 방사성 핵종농도는 표 11.1-6과 같다.

다. 증기발생기 고유량취출수 방사능

증기발생기는 증기발생기 내에 축적된 방사성 부식생성물을 제거하기 위하여 일주일에 1회 정도 고유량 취출 운전된다. 표 10.4.8-2에 기술된 바와 같이 고유량 취출운전은 2대의 증기발생기 중 1대에 대하여 2분간 주증기유량의 최대 5 % [56.5 kg/sec (124.5 lb/sec), 저온관 기준], 최소 3.6 % [40.9 kg/sec (90.1 lb/sec), 고온관 기준]로 수행된다. 고유량 취출수내 방사성 부식생성물의 농도를 계산하기 위하여, 고온관으로부터의 2분 동안의 고유량 취출운전을 가정하며 1차측에서 누설된 부식생성물(Mn, Co, Fe, Cr, Zr)은 증기발생기 2차측에 침적되어 있는 것으로 가정한다. 2차측에 침적되어 있는 방사성 부식생성물은 9.78×10^3 kg (2.15×10^4 lb)의 고유량취출수에 의해 증기발생기 취출계통의 플래쉬탱크로 전량 희석, 배출된다. 고유량취출수 내 방사성 부식생성물의 농도는 아래 식으로 계산된다.

$$N_h = \frac{RN_w}{\lambda M_h} \{1 - \exp(-\lambda t)\} \quad (11.1-7)$$

여기서,

- N_h = 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 방사성핵종 농도 계산식 (식 11.1-4)에 의해 결정된다.

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

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

11.1.1.4 방사성폐기물관리계통 방사능

방사성 액체 및 기체유출물에 대한 방사선원은 11.2절 및 11.3절에 각각 기술된다.

11.1.1.5 체적제어탱크 방사능

체적제어탱크의 총 방사능량은 체적제어탱크 내에서 예상되는 최대 물 부피인 15,725 L (4,154 gal)의 원자로냉각재계통 유출수량과 최대 증기 부피인 17,500 L(618 ft³)을 기준으로 한다. 체적제어탱크에서 기체방사성폐기물관리계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.1-8에 기술되어 있다.

11.1.1.6 원자로배수탱크 방사능

원자로배수탱크의 총 방사능량은 11,962 L(3,160 gal)의 최대 물 부피와 9,085 L(321 ft³)의 최대 증기 부피를 기준으로 한다. 원자로배수탱크에서 기체방사성폐기물관리계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.1-8에 기술되어 있다.

11.1.1.7 탈기기 방사능

탈기기의 총 방사능량은 탈기기 일체형 장치 내부의 기기인 후단냉각기, 열회수열교환기, 오버헤드응축기, 재보일러, 탈기탑, 급수예열기에서의 방사능량을 합한 값이다. 탈기기에 있어서 기체방사성폐기물관리계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.1-8에 기술되어 있다.

11.1.1.8 기기배수탱크 방사능

기기배수탱크의 총 방사능량은 13,306 L(3,515 gal)의 최대 물 부피와 33,085 L(1,172 ft³)의 최대 증기 부피를 기준으로 한다. 기기배수탱크에서 기체방사성폐기물관리계통으로 유출되는 설계기준 비방사능은 표 11.1-8에 기술되어 있다.

11.1.2 예상 방사선원항

11.1.2.1 원자로냉각재의 방사능

표 11.1-9의 값은 탈기기를 운전하지 않는 경우의 정상운전시 원자로냉각재에서 예상되는 핵분열생성물 및 방사화생성물의 비방사능이다. 원자로냉각재의 예상 비방사능은 정상운전과도사건을 포함한 정상운전시 방사능 영향을 평가하는 데 사용할 목적으로 계산된다. 원자로냉각재의 예상 비방사능은 표 11.1-1에 있는 정상운전 변수를 이용하여

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

ANSI/ANS 18.1-1984(참고문헌 7)에 근거하여 계산된다.

11.1.2.2 사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사능

사용후연료저장조 및 재장전수조의 방사성 핵종 방사능을 결정하기 위해 사용된 모델은 11.1.1.2절에 기술되어 있다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 방사능 계산 모델은 1차 냉각재의 예상(운전기준) 방사선원항을 사용하는 것 이외는 설계기준 방사선원 분석 모델과 동일하다. 사용후연료저장조 및 재장전수조의 예상 비방사능은 표 11.1-4에 제시되었다.

11.1.2.3 2차 계통 방사능

정상운전시 증기발생기 내 2차측 냉각수의 액체상 및 주증기의 평형 방사성 핵종농도는 1차 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 가정하며, 기타 변수값들은 표 11.1-5와 같다.

2차 계통 방사성핵종의 예상 비방사능은 표 11.1-10과 같다.

11.1.3 중성자에 의한 방사화생성물

11.1.3.1 크러드의 방사능

1차계통 표면에 침적된 방사성크러드의 방사능은 운전중인 여러 가압경수로에서 측정한 자료를 사용하여 평가되었다. 각각의 원자로마다 수화학 특성과 1차 냉각재가 접촉하는 표면의 재질이 서로 다르지만, 크러드의 방사능(Bq/g-crud) 및 크러드 막의 두께로 인한 선량률은 아주 유사하다. 방사성크러드에 있는 반감기가 비교적 긴 중요한 핵종에 대한 반감기, 방사화반응, 붕괴시 방출되는 감마선의 수와 붕괴에너지를 표 11.1-11에 기술되어 있다.

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

순환하는 크러드

$$t_{\text{res}} = -\frac{1}{\lambda_i} \ln \left(1 - \frac{A_i A_T}{\Sigma_i \phi A_C} \right), \text{sec} \quad (11.1-8)$$

침적된 크러드

$$t_{\text{res}} = -\frac{1}{\lambda_j} \ln \left(1 - \frac{A_j}{\Sigma_j \phi} \right), \text{sec} \quad (11.1-9)$$

여기에서,

A_i, A_j = 각 크러드의 방사능, Bq/g-crud

$\Sigma_{i(j)} \phi$ = 방사화반응률, reaction/g-sec

A_T = 1차계통의 총 표면적, cm^2

A_C = 노심의 표면적, cm^2

λ_i, λ_j = 각 크러드의 붕괴상수, sec^{-1}

방사화반응 단면적 Σ_i 는 다음과 같다.

$$\Sigma_i = \frac{(a/o)_i (w/o)_i N_0 \sigma_i}{[A]_i}, \text{cm}^2/\text{g} \quad (11.1-10)$$

여기에서,

$(a/o)_i$ = 동위원소 i의 존재비율, fraction

$(w/o)_i$ = 크러드 혹은 기반 금속에 있는 원소 i의 구성 질량비율, fraction

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

$[A]_i$ = 원소 i의 원자량

σ_i = 동위원소 i의 방사화반응 미시단면적, cm^2

운전중인 여러 원자로에서 측정한 크러드의 평균 및 최대 방사능(Bq/g-crud)과 각 원자로 계통의 설계변수, 방사화반응률(참고문헌 8~21)을 위 식에 적용하면 노심체류시간이 결정된다. 이렇게 계산된 최대 노심체류시간의 평균값은 표 11.1-12에 기술되어 있다. 크러드의 방사능(A_i)은 표 11.1-12에 있는 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res}), 원자로계통의 설계변수, 방사화반응률을 다음 수식에 적용하여 결정하는데 Fe-59는 그 체류시간이 길기 때문에 Fe-59의 방사능(A_j)은 포화된 것으로 가정한다.

$$A_i = \Sigma_i \phi (1 - e^{-\lambda_i t_{\text{res}}}) \frac{A_C}{A_T}, \text{Bq/g-crud} \quad (11.1-11)$$

크러드의 방사능 계산에 사용된 최대 노심체류시간의 평균값(t_{res})은 일반적으로 실제 평균 체류시간보다 2~6배 더 큰 보수적인 값이다. 반감기가 비교적 긴 핵종에 대해 계산된 크러드의 방사능이 표 11.1-13에 있으며 계산된 크러드의 방사능은 순환하는 크러드와 노심 외부에 침적된 크러드 모두에 적용된다.

2

표 11.1-13의 크러드 비방사능(Bq/g-crud)에 운전중인 원자로에서 측정한 원자로냉각재 내의 크러드 평균농도 0.075 ppm을 적용하면 원자로냉각재 내 크러드의 비방사능이 표 11.1-14와 같이 계산된다. 보수적으로 계산된 원자로냉각재의 크러드방사능에서 일부 핵종은 정상운전시 예상되는 원자로냉각재 내의 크러드방사능(표 11.1-9)보다 더 낮을 수도 있다. 이러한 경우에는 정상운전시의 예상 방사능을 설계기준 최대 방사능으로 적용하였는데, 결정된 원자로냉각재의 순환하는 크러드 방사능은 표 11.1-2에 기술되어 있다.

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 계산할 수 있다.

2

$$Q = \lambda t m N \sigma \phi \quad (11.1-12)$$

여기서,

λ = 붕괴상수, $3.84 \times 10^{-12} \text{ sec}^{-1}$

t = 노심의 운전기간, $4.15 \times 10^7 \text{ sec}$

m = 노심 내 냉각재 질량, $2.14 \times 10^7 \text{ g}$

N = 노심 내 냉각재에 포함되어 있는 핵종의 농도

$\{N(O-17) = 1.27 \times 10^{19} \text{ atoms/g H}_2\text{O}, N(N-14) = 7.28 \times 10^{17} \text{ atoms/g H}_2\text{O}\}$

σ = 반응단면적, cm^2

$\{\sigma(O-17) = 1.48 \times 10^{-25} \text{ cm}^2, \sigma(N-14) = 1.16 \times 10^{-24} \text{ cm}^2\}$

ϕ = 열중성자속, $6.32 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2\text{-s}$

$O^{17}(n, \alpha)C^{14}$ 반응에 의한 C-14의 생성률은 $4.0 \times 10^{11} \text{ Bq/cycle}$ 이며, $N^{14}(n, p)C^{14}$ 반응에 의

2

한 C-14의 생성률은 1.8×10^{11} Bq/cycle로, 이 두 반응으로 노심운전기간 동안 생성가능한 C-14는 5.8×10^{11} Bq/cycle(1.9×10^3 Bq/g)이다. 일반적으로 정상운전시 원자로냉각재에 존재하는 C-14의 평균적인 측정값은 냉각재 계통의 정화 운전 및 방사성 기체의 제거 등으로 평가된 생성가능량 보다 상당히 적은 값($\sim 10^{-2}$ 배)을 보인다.

2

11.1.4 원자로냉각재내 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 핵연료 펠릿에서 핵분열에 의해 생성된 삼중수소와 제어봉 내에서 중성자와의 반응에 의해 생성된 삼중수소는 피복재를 통해 냉각재로 방출되어 냉각재 내의 삼중수소 농도에 기여한다.

11.1.4.1 삼중수소의 방사화 선원

삼중수소를 생성하는 방사화반응이 표 11.1-15에 제시되어 있는데 그 중 B-11과 N-14 선원에 의한 삼중수소 생성은 반응단면적이 작거나 존재량이 적기 때문에 무시될 수 있으며 B-10, Li, H-2의 방사화반응이 냉각재와 제어봉 내에서의 주요 삼중수소 생성원이다.

방사화반응에 의한 삼중수소의 생성은 다음 식에 의해 결정된다.

$$\frac{dN}{dt} = \Sigma_a \phi - \lambda N \quad (11.1-13)$$

$$N = \frac{\Sigma_a \phi}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}), \text{ atoms/cm}^3$$

$$\text{Activity(Bq)} = V \lambda N = \Sigma_a \phi (1 - e^{-\lambda t}) V$$

여기에서,

N = 삼중수소 농도, atoms/cm³

$\Sigma_a \phi$ = 생성반응률, atoms/cm³-sec

t = 원자로 운전기간, sec

V = 노심 내 냉각재 혹은 제어봉의 부피, cm³

원자로냉각재 내 삼중수소의 생성 계산에 이용되는 변수들은 표 11.1-16에 기술되며, 이

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

변수들을 이용해 계산한 원자로냉각재내에 생성된 삼중수소의 양은 표 11.1-17에 기술되어 있다.

11.1.4.2 핵분열에 의한 삼중수소

삼중핵분열에 의한 노심 내 삼중수소의 생성은 ORIGEN-S 전산프로그램(참고문헌 22)을 이용하여 계산된다. 참고문헌 23과 24의 삼중수소 누설률 자료를 근거로 하여 핵연료봉에서 원자로냉각재로 누설되는 삼중수소의 누설률을 보수적으로 평균 1%, 최대 2%로 가정한다. ORIGEN-S 전산프로그램으로 계산한 삼중핵분열에 의해 생성된 노심 내의 삼중수소량에 이 누설률을 적용하여 계산한 원자로냉각재내의 삼중수소량은 표 11.1-17에 기술되어 있다.

11.1.4.3 2차 계통 삼중수소 농도

2차 계통 삼중수소 농도를 결정하기 위해 1차 계통으로부터 증기발생기 전열관을 통하여 2차 계통으로 누설된 삼중수소는 2차 계통 내 증기 및 액체상으로 균일하게 혼합되는 것으로 가정한다. 평형조건하에서의 계산을 위해 2차 계통으로부터의 붕괴 및 누설로 인한 삼중수소 손실량은 1차 계통에서 2차 계통으로의 누설에 의한 삼중수소 유입량과 같은 것으로 가정한다. 2차 계통 내에서의 붕괴로 인한 삼중수소 손실량은 삼중수소의 반감기가 길기 때문에 무시한다.

즉, 2차 계통의 삼중수소 농도는 다음 식으로 계산된다.

$$N_s = \frac{R}{L_s} N_w \quad (11.1-14)$$

여기서,

- N_w = 1차측 냉각재 내 삼중수소 농도
- R = 1차 계통으로부터 2차 계통으로의 냉각재 누설량
- L_s = 2차 계통 냉각재 누설량
- N_s = 2차측 냉각재 내 삼중수소 농도

11.1.5 핵연료 운전경험

핵연료 운전경험은 4.2.3.2.10절에 기술되어 있다.

11.1.6 누설선원

계통 내 방사성액체 및 기체는 잠재적으로 환경으로의 누설 및 방출선원이 된다. 액체

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

누설은 펌프 밀봉 및 밸브 패킹 등으로부터 기인한다. 1차측 냉각재의 원자로건물로의 예상누설률은 냉각재내 재고량중 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), 1차 계통으로부터 2차 계통으로 증기발생기 전열관을 통한 예상누설률은 34 kg/day(75 lb/day)로 가정한다(참고문헌 25). 핵증기공급계통 관련 밸브 및 펌프 등에 대한 예상 최대누설률은 표 11.1-18에 제시되어 있다.

11.1.7 폐수지의 양

탈염기로부터 고체방사성폐기물관리계통으로 연간 유입되는 폐수지의 총량과 화학 및 체적제어계통 폐수지의 방사능량은 11.4절에 기술되며 각각 표 11.4-1 및 표 11.4-2에 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 UO_2 ," WAPD-183, October 1957.
6. G. M. Allison and H. K. Rae, "The Release of Fission Gases and Iodines from Defected UO_2 Fuel Elements of Different Lengths," AECL-2206, June 1965.
7. "Radioactive Source Term for Normal Operation of Light Water Reactors," ANSI/ANS 18.1-1984, American Nuclear Society, 1984.
8. "Connecticut Yankee Monthly Operating Reports," 2/68, 3/68, 6/68, 7/68, 12/68, 1/69, 3/69-5/69, 8/69, 10/69, 12/69, 3/70, 10/70, 11/70.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

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," August 1973.
19. D. L. Uhl, "Oconee Radiochemistry Survey Program, Semi-annual Report July-December 1973," May 1974.
20. D. L. Uhl, "Oconee Radiochemistry Survey Program, Semi-annual Report January-June 1974," May 1975.
21. P. J. Grant, et al., "Oconee Radiochemistry Survey Program," RDTPL 75-4, May 1975.
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. 06, RSICC, Oak Ridge National

Laboratory, 1998.

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. "Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-Water-Cooled Power Reactors," Regulatory Guide 1.112, 2007.
27. "Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors," NUREG-0017, Rev. 00, 1976.

2

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-1

원자로냉각재 내 핵분열생성물의 최대 방사능 분석을 위한 기준

변 수	설계기준	정상운전
노심출력준위(MWt)	4,063	3,983
평형노심 주기	5	-
평형노심주기길이(EFPD)	480	-
열중성자속($n/cm^2\text{-sec}$)	$6.32E+13$	-
평균핵분열률(fission/MWt-sec)	$3.12E+16$	-
손상된 핵연료 비율(fraction)	0.01	-
가압기 포함 원자로냉각재 질량(kg)	$3.0E+05$	$3.0E+05$
노심내 냉각재와 원자로계통 내 냉각재의 비율(fraction)	0.073	-
정화유량(kg/sec)	5.02	5.02
붕소농도 조절을 위한 정화유량(kg/sec), 주기평균	-	$2.65E-02$
노심 주기초의 붕소농도(ppm), 최소	1,110	-
이온교환기 및 탈기기의 제거효율(fraction)		
CVCS 정화 이온교환기		
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
핵분열생성물의 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	$1.0E-11$	-
Y, Zr, Nb, Tc, Ru, La, Ce	$1.6E-12$	-

표 11.1-2

원자로냉각재의 설계기준 비방사능

(노심출력: 4,063 MWt, 핵연료손상률: 1.0 %, 탈기기 연속운전 가정)

핵 종	비방사능(Bq/g)	핵 종	비방사능(Bq/g)
Kr-85m	3.00E+04	Co-60	2.10E+01 ³⁾
Kr-85	7.40E+02	Zn-65	2.02E+01 ³⁾
Kr-87	2.92E+04	Sr-89	1.30E+02
Kr-88	7.40E+04	Sr-90	8.88E+00
Xe-131m	7.40E+03	Sr-91	1.92E+02
Xe-133m	1.92E+03	Y-91m	1.11E+02
Xe-133	9.62E+05	Y-91	1.89E+01
Xe-135m	2.29E+04	Y-93	4.44E+00
Xe-135	1.30E+05	Zr-95	2.40E+01 ⁴⁾
Xe-137	5.55E+03	Nb-95	2.04E+01
Xe-138	1.96E+04	Mo-99	1.11E+04
Br-84	7.77E+02	Tc-99m	6.66E+03
I-131	9.99E+04	Ru-103	7.03E+00
I-132	2.66E+04	Ru-106	3.00E+00
I-133	1.41E+05	Ag-110m	5.15E+01 ³⁾
I-134	1.67E+04	Te-129m	2.37E+02
I-135	7.77E+04	Te-129	2.52E+02
Rb-88	7.40E+04	Te-131m	1.11E+03
Cs-134	1.41E+04	Te-131	4.44E+02
Cs-136	1.89E+03	Te-132	7.77E+03
Cs-137	1.63E+04	Ba-137m	1.55E+04
N-16	8.22E+06 ¹⁾	Ba-140	1.59E+02
H-3	1.30E+05 ²⁾	La-140	5.55E+01
Na-24	1.81E+03 ³⁾	Ce-141	5.92E+00
Cr-51	5.48E+02	Ce-143	1.67E+01
Mn-54	6.34E+01 ³⁾	Ce-144	1.70E+01
Fe-55	4.75E+01 ³⁾	W-187	9.70E+01 ³⁾
Fe-59	1.19E+01 ³⁾	Np-239	8.62E+01 ³⁾
Co-58	1.82E+02 ³⁾		

- 1) 원자로용기 출구노즐에서의 비방사능
- 2) 국내 운전중인 원전에서 측정된 삼중수소 연간 최대 농도의 평균값
- 3) 예상 방사선원항 자료에 근거한 값
- 4) 핵분열생성 비방사능 및 방사성 부식 생성 비방사능 합

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-3

사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 방사능 결정시 적용 가정사항

- 1차 냉각재는 발전소 정지 후 2일간 화학 및 체적제어계통의 정화이온교환기, 수용전이온교환기, 탈기기에 의해 정화되며, 정화된 1차 냉각재는 사용후연료저장조의 냉각수 및 재장전수조 냉각수에 의해 희석된다.
- 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통에 의해 발전소 정지 후 초기 30일간은 1차 냉각재, 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수가 동시에 정화되며, 그 후에는 사용후연료저장조 냉각수만이 정화된다.
- 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통의 정화용량은 1,324.9 L/min(350 gpm) 기준이다.
- 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 이온교환기의 제염계수

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

- 사용후연료저장조 냉각수, 재장전수조 냉각수 내의 방사능농도 계산시에는 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 여과기의 제거효과는 무시하나, 여과기에 누적되는 방사능량 계산시에는 크러드에 대한 여과기의 제염계수를 10으로 가정한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-4

사용후연료저장조와 재장전수조의 설계기준 및 예상 비방사능(Bq/g)

핵종	설계기준	예상	핵 종	설계기준	예상
H-3	4.0E+04	1.1E+04	Te-129	0.0E+00	0.0E+00
N-16	0.0E+00	0.0E+00	I-131	6.3E+02	1.2E+01
Kr-85m	8.8E-01	1.3E-01	Te-131m	2.9E+00	1.5E-01
Kr-85	2.0E+01	5.8E+02	Te-131	0.0E+00	0.0E+00
Kr-87	3.9E-08	6.7E-09	Te-132	3.9E+01	3.4E-01
Kr-88	4.2E-02	4.9E-03	I-132	3.8E-04	1.1E-04
Xe-131m	1.8E+02	4.0E+02	I-133	2.5E+02	9.8E+00
Xe-133m	3.0E+01	2.2E+01	I-134	0.0E+00	0.0E+00
Xe-133	2.1E+04	1.1E+03	Cs-134	3.2E+02	7.0E+00
Xe-135m	0.0E+00	0.0E+00	I-135	6.5E+00	8.4E-01
Xe-135	1.3E+02	2.1E+01	Cs-136	2.4E+01	4.7E-01
Xe-137	0.0E+00	0.0E+00	Cs-137	4.4E+02	1.1E+01
Xe-138	0.0E+00	0.0E+00	Ba-140	1.1E+00	3.5E+00
Br-84	0.0E+00	0.0E+00	La-140	2.0E-01	3.5E+00
Rb-88	0.0E+00	0.0E+00	Ce-141	4.4E-02	4.4E-02
Sr-89	1.1E+00	4.4E-02	Ce-143	5.0E-02	3.3E-01
Sr-90	3.5E-01	1.9E-02	Ce-144	3.2E-01	2.9E+00
Sr-91	6.4E-02	1.2E-02	Na-24	1.8E+00	1.8E+00
Y-91m	0.0E+00	0.0E+00	Cr-51	4.0E+00	9.0E-01
Y-91	2.5E+00	2.6E-02	Mn-54	1.3E+00	1.2E+00
Y-93	6.6E-03	2.4E-01	Fe-55	1.5E+00	1.5E+00
Zr-95	2.1E-01	1.3E-01	Fe-59	9.4E-02	9.3E-02
Nb-95	1.5E-01	8.3E-02	Co-58	1.6E+00	1.6E+00
Tc-99m	3.3E-01	8.9E-03	Co-60	7.4E-01	7.3E-01
Mo-99	5.3E+01	1.2E+00	Zn-65	3.5E-01	3.4E-01
Ru-103	5.4E-02	2.3E+00	Ba-137m	4.4E+02	-
Ru-106	6.5E-02	7.6E+01	W-187	2.1E-01	2.1E-01
Ag-110m	9.1E-01	8.9E-01	Np-239	3.8E-01	3.8E-01
Te-129m	1.8E+00	5.5E-02			

표 11.1-5

증기발생기 2차측 방사능농도 계산시 가정사항

1. 1차측 원자로냉각재 방사능은 설계기준 방사선원의 경우 11.1.1.1절, 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 2개당)

증기유량, kg/hr(lb/hr) : $8.15 \times 10^6 (1.794 \times 10^7)$
 연속취출률, kg/hr(lb/hr) : $8.15 \times 10^4 (1.794 \times 10^5)$
 고유량 취출률(고온관 기준), kg/sec(lb/sec) : $8.18 \times 10^1 (1.802 \times 10^2)$

| 2

4. 2차측 계통 질량(S/G 2개당)

증기발생기 내 액체의 총 질량, kg(lb) : $1.335 \times 10^5 (2.944 \times 10^5)$

| 2

5. 증기발생기 내에서의 핵종 분리계수(참고문헌 25)

삼중수소 = 1.0
 I, Br = 0.01
 기타 핵종 = 0.005
 모든 불활성기체는 증기내에 존재하는 것으로 가정

6. 주증기 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)

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

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 1)

2차계통 내 방사성핵종의 설계기준 비방사능(Bq/g)
(1 % 핵연료손상률 적용)

<u>핵 종</u>	<u>증기발생기 액체</u>	<u>주증기</u>
Kr-85M		5.23E-03
Kr-85		1.29E-04
Kr-87		5.09E-03
Kr-88		1.29E-02
Xe-131m		1.29E-03
Xe-133m		3.35E-04
Xe-133		1.68E-01
Xe-135m		3.99E-03
Xe-135		2.27E-02
Xe-137		9.67E-04
Xe-138		3.42E-03
Br-84	4.30E-03	4.30E-05
I-131	1.70E+00	1.70E-02
I-132	3.08E-01	3.08E-03
I-133	2.30E+00	2.30E-02
I-134	1.25E-01	1.25E-03
I-135	1.14E+00	1.14E-02
Rb-88	2.73E-01	1.37E-03
Cs-134	2.71E-01	1.35E-03
Cs-136	3.62E-02	1.81E-04
Cs-137	3.13E-01	1.57E-03
Cr-51	9.60E-03	4.80E-05
Mn-54	1.11E-03	5.56E-06
Fe-55	8.33E-04	4.17E-06
Fe-59	2.09E-04	1.04E-06
Co-58	3.19E-03	1.60E-05
Co-60	3.68E-04	1.84E-06
Zr-95	4.21E-04	2.10E-06
Zn-65	3.54E-04	1.77E-06

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-6 (2 중 2)

핵 종	증기발생기 액체	주증기
N-16	1.04E-02	5.22E-05
Na-24	2.95E-02	1.48E-04
Sr-89	2.28E-03	1.14E-05
Sr-90	1.56E-04	7.79E-07
Sr-91	3.01E-03	1.51E-05
Y-91m	8.23E-04	4.11E-06
Y-91	3.31E-04	1.66E-06
Y-93	7.01E-05	3.50E-07
Nb-95	3.57E-04	1.79E-06
Mo-99	1.92E-01	9.58E-04
Tc-99m	9.82E-02	4.91E-04
Ru-103	1.23E-04	6.16E-07
Ru-106	5.26E-05	2.63E-07
Ag-110m	9.04E-04	4.52E-06
Te-129m	4.15E-03	2.08E-05
Te-129	2.22E-03	1.11E-05
Te-131m	1.88E-02	9.38E-05
Te-131	2.09E-03	1.04E-05
Te-132	1.34E-01	6.72E-04
Ba-137m	9.76E-03	4.88E-05
Ba-140	2.78E-03	1.39E-05
La-140	9.47E-04	4.74E-06
Ce-141	1.04E-04	5.19E-07
Ce-143	2.83E-04	1.42E-06
Ce-144	2.98E-04	1.49E-06
W-187	1.62E-03	8.12E-06
Np-239	1.48E-03	7.41E-06
H-3	2.39E+02	2.39E+02

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-7

고유량취출수 내 방사성 부식생성물의 비방사능(Bq/g)

핵 종	설계기준 방사선원	예상 방사선원
Cr-51	1.23E+01	2.75E+00
Mn-54	1.53E+00	1.53E+00
Fe-55	1.16E+00	1.16E+00
Fe-59	2.75E-01	2.75E-01
Co-58	4.29E+00	4.29E+00
Co-60	5.12E-01	5.12E-01
Zr-95	5.64E-01	3.62E-01

11.1-24

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-8

기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능(Bq/cm³)¹⁾

핵 종	원자로배수탱크 ²⁾	체적제어탱크	탈기기 ²⁾	기기배수탱크 ³⁾
H-3	1.0E+01	1.0E+01	1.7E+01	1.0E+00
Br-84	7.6E-01	1.0E-02	2.6E-01	7.2E-03
Kr-85m	2.7E+04	1.0E+03	1.0E+06	2.5E+03
Kr-85	6.6E+02	2.7E+01	2.5E+04	6.2E+01
Kr-87	2.6E+04	8.9E+02	9.8E+05	2.5E+03
Kr-88	6.6E+04	2.5E+03	2.5E+06	6.2E+03
Xe-131m	6.6E+03	1.5E+02	2.5E+05	6.2E+02
Xe-133m	1.7E+03	3.9E+01	6.4E+04	1.6E+02
Xe-133	8.6E+05	2.0E+04	3.2E+07	8.1E+04
Xe-135m	2.0E+04	2.5E+02	7.7E+05	1.9E+03
Xe-135	1.2E+05	2.5E+03	4.4E+06	1.1E+04
Xe-137	4.9E+03	2.7E+01	1.9E+05	4.7E+02
Xe-138	1.7E+04	2.0E+02	6.6E+05	1.7E+03
I-131	9.8E+01	1.7E+00	3.3E+01	9.3E-01
I-132	2.6E+01	4.2E-01	8.9E+00	2.5E-01
I-133	1.4E+02	2.3E+00	4.7E+01	1.3E+00
I-134	1.6E+01	2.4E-01	5.6E+00	1.5E-01
I-135	7.6E+01	1.2E+00	2.6E+01	7.2E-01

1) 1.0 % 핵연료손상률과 탈기기 연속운전 적용.

2) 원자로배수탱크 및 탈기기의 비방사능은 기체방사성폐기물관리계통으로 0.574 L/min (0.024 scfm) 및 8.494 L/min(0.32 scfm)의 연속 배기를 가정하여 계산.

3) 기기배수탱크의 비방사능은 기체방사성폐기물관리계통으로 0.14 L/min(0.005 scfm) 연속배기를 가정하여 계산.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-9

정상운전시 예상되는 원자로냉각재의 비방사능
(노심출력: 3,983 MWt, 탈기기 미운전 가정)

핵종	비방사능(Bq/g)	핵종	비방사능(Bq/g)
Kr-85m	5.96E+03	Co-58	1.82E+02
Kr-85	4.33E+04	Co-60	2.10E+01
Kr-87	5.58E+03	Zn-65	2.02E+01
Kr-88	1.04E+04	Sr-89	5.54E+00
Xe-131m	3.27E+04	Sr-90	4.75E-01
Xe-133m	2.71E+03	Sr-91	3.67E+01
Xe-133	1.06E+05	Y-91m	1.72E+01
Xe-135m	4.83E+03	Y-91	2.06E-01
Xe-135	3.18E+04	Y-93	1.61E+02
Xe-137	1.26E+03	Zr-95	1.54E+01
Xe-138	4.46E+03	Nb-95	1.11E+01
Br-84	5.97E+02	Mo-99	2.51E+02
I-131	1.85E+03	Tc-99m	1.79E+02
I-132	7.95E+03	Ru-103	2.97E+02
I-133	5.59E+03	Ru-106	3.57E+03
I-134	1.27E+04	Ag-110m	5.15E+01
I-135	1.01E+04	Te-129m	7.52E+00
Rb-88	7.07E+03	Te-129	8.97E+02
Cs-134	3.05E+02	Te-131m	5.84E+01
Cs-136	3.70E+01	Te-131	2.87E+02
Cs-137	4.03E+02	Te-132	6.68E+01
N-16	1.48E+06 ¹⁾	Ba-140	5.14E+02
H-3	3.70E+04 ²⁾	La-140	9.77E+02
Na-24	1.81E+03	Ce-141	5.94E+00
Cr-51	1.23E+02	Ce-143	1.09E+02
Mn-54	6.34E+01	Ce-144	1.58E+02
Fe-55	4.75E+01	W-187	9.70E+01
Fe-59	1.19E+01	Np-239	8.62E+01

- 1) 화학 및 체적제어계통으로 유출되는 원자로냉각재의 비방사능
- 2) 원자로냉각재내의 농도는 H-3의 생성률, 발전소에서 사용하는 물의 양, 방출하거나 재사용하는 물의 양 등의 함수로 결정됨. 적당한 정도의 H-3가 재순환된다고 가정하였을 경우의 전형적인 값임(참고문헌 7)

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-10 (2 중 1)

2차계통 내 방사성핵종의 예상 비방사능(Bq/g)

<u>핵 종</u>	<u>증기발생기 액체</u>	<u>주증기</u>
Kr-85m	-	1.04E-03
Kr-85	-	7.55E-03
Kr-87	-	9.72E-04
Kr-88	-	1.81E-03
Xe-131m	-	5.70E-03
Xe-133m	-	4.72E-04
Xe-133	-	1.85E-02
Xe-135m	-	8.42E-04
Xe-135	-	5.54E-03
Xe-137	-	2.20E-04
Xe-138	-	7.77E-04
Br-84	3.30E-03	3.30E-05
I-131	3.16E-02	3.16E-04
I-132	9.19E-02	9.19E-04
I-133	9.11E-02	9.11E-04
I-134	9.54E-02	9.54E-04
I-135	1.49E-01	1.49E-03
Rb-88	2.61E-02	1.30E-04
Cs-134	5.86E-03	2.93E-05
Cs-136	7.08E-04	3.54E-06
Cs-137	7.74E-03	3.87E-05
Cr-51	2.15E-03	1.08E-05
Mn-54	1.11E-03	5.56E-06
Fe-55	8.33E-04	4.17E-06
Fe-59	2.09E-04	1.04E-06
Co-58	3.19E-03	1.60E-05
Co-60	3.68E-04	1.84E-06
Zr-95	2.70E-04	1.35E-06
Zn-65	3.54E-04	1.77E-06

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-10 (2 중 2)

핵 종	증기발생기 액체	주증기
N-16	1.88E-03	9.41E-06
Na-24	2.95E-02	1.48E-04
Sr-89	9.71E-05	4.86E-07
Sr-90	8.34E-06	4.17E-08
Sr-91	5.76E-04	2.88E-06
Y-91m	1.28E-04	6.38E-07
Y-91	3.61E-06	1.81E-08
Y-93	2.54E-03	1.27E-05
Nb-95	1.95E-04	9.73E-07
Mo-99	4.33E-03	2.17E-05
Tc-99m	2.64E-03	1.32E-05
Ru-103	5.21E-03	2.60E-05
Ru-106	6.26E-02	3.13E-04
Ag-110m	9.04E-04	4.52E-06
Te-129m	1.32E-04	6.59E-07
Te-129	7.91E-03	3.95E-05
Te-131m	9.87E-04	4.94E-06
Te-131	1.35E-03	6.74E-06
Te-132	1.16E-03	5.78E-06
Ba-137m	-	-
Ba-140	8.99E-03	4.49E-05
La-140	1.67E-02	8.34E-05
Ce-141	1.04E-04	5.20E-07
Ce-143	1.85E-03	9.24E-06
Ce-144	2.77E-03	1.39E-05
W-187	1.62E-03	8.12E-06
Np-239	1.48E-03	7.41E-06
H-3	6.81E+01	6.81E+01

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-11

장반감기 방사성크리드 핵종

핵종	반감기	붕괴상수(d^{-1})	모핵종	반응	붕괴당 γ 수	에너지(MeV)
Cr-51	27.70 d	2.50E-02	Cr-50	n, γ	0.1	0.32
Mn-54	312.3 d	2.22E-03	Fe-54	n,p	1	0.84
Fe-59	44.50 d	1.56E-02	Fe-58	n, γ	1	1.18
Co-60	5.272 y	3.60E-04	Co-59	n, γ	2	1.25
Co-58	70.82 d	9.77E-03	Ni-58	n,p	1	0.81
Zr-95	64.02 d	1.08E-02	Zr-94	n, γ	2	0.75

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-12

방사성크러드의 방사능 계산에 사용된 변수

열중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$ 6.32E+13

고속중성자속, $n/cm^2\text{-sec}$ 3.06E+14

RCS 표면적/노심 표면적, A_T/A_C 4.8

노심 체류시간 및 방사화반응률

핵종	노심 체류시간 (t_{res} , day)	방사화반응률 (reaction/g-sec)
Cr-51	12	1.34E+11
Mn-54	110	4.37E+08
Fe-59	포화	1.99E+08
Co-58	23	4.18E+10
Co-60	197	4.32E+09
Zr-95	29	8.65E+08

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-13

장반감기 방사성크러드의 비방사능

핵 종	반감기	비방사능(Bq/g-crud)
Cr-51	27.70 d	7.31E+09
Mn-54	312.3 d	1.99E+07
Fe-59	44.50 d	4.18E+07
Co-58	70.82 d	1.77E+09
Co-60	5.272 y	6.22E+07
Zr-95	64.02 d	4.90E+07

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-14

원자로냉각재 내 방사성크러드의 평균 비방사능

핵 종	비방사능(Bq/g-coolant)
Cr-51	5.48E+02
Mn-54	1.49E+00
Fe-59	3.14E+00
Co-58	1.33E+02
Co-60	4.66E+00
Zr-95	3.67E+00

표 11.1-15

삼중수소 생성의 방사화 반응

반응	문턱에너지(MeV)	반응단면적(cm ²) ¹⁾
$B^{10}(n,2\alpha)T$	1.4	1.26E-26
$Li^7(n,n\alpha)T$	3.9	7.79E-27
$Li^6(n,\alpha)T$	열중성자	9.44E-22
$H^2(n,\gamma)T$	열중성자	5.50E-28
$B^{11}(n,T)Be^9$	10.4	7.30E-30
$N^{14}(n,T)C^{12}$	4.3	3.00E-28

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

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-16

삼중수소의 생성 계산에 사용된 변수

변 수	변수값
노심 내 냉각재 부피, cm ³	3.00E+07
열중성자속, n/cm ² -sec	6.32E+13
고속중성자속, n/cm ² -sec	3.06E+14
주기평균 냉각재 내 Li 농도, ppm	
예상	2.2
최대	3.5
Li ⁶ 의 존재비, %	0.1
냉각재 내 주기평균 붕소농도, ppm	
예상	652
최대	755
노심출력, MWt	4,063
핵연료봉에서의 삼중수소 누설률, %	
예상	1.0
최대	2.0
제어봉에서의 삼중수소 누설률, %	50.0

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-17

원자로냉각재 내 삼중수소의 생성

생성원	평균(Bq/cycle)	최대(Bq/cycle)
원자로냉각재		
$H^2(n, \gamma)T$	2.57E+11	2.57E+11
$Li^6(n, \alpha)T$	1.09E+13	1.73E+13
$Li^7(n, n\alpha)T$	6.90E+11	1.10E+12
$B^{10}(n, 2\alpha)T$	4.28E+13	4.95E+13
핵분열 생성물	1.04E+13	2.07E+13
제어봉	1.84E+12	1.03E+13
합 계	6.68E+13	9.92E+13

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.1-18

핵증기공급계통 기기의 예상 최대 누설률

기기	누설률
밸브	
디스크 누설	4 cm ³ /hr/cm Seat 직경
스텝 누설	4 cm ³ /hr/cm 스텝 직경
펌프	
원심형 (안전주입 및 정지냉각 펌프 제외)	1) 50 cm ³ /hr/seal (정상운전시 밀봉냉각수가 공급되는 경우) 2) 100 cm ³ /hr/seal (밀봉냉각수가 공급되지 않은 경우)
용적형	3,785 cm ³ /hr(1 gal/hr)
안전주입 및 정지냉각펌프	1,000 cm ³ /hr/seal(각 펌프당)
플랜지	30 cm ³ /hr

부록 11.1A

노심체류시간

11.1A 노심체류시간

11.1.3절에 설명된 순환 방사성부식생성물에 대한 노심체류시간의 유도과정은 아래와 같다.

순환 방사성부식생성물

임의 시간에 노심 내 표면에 형성된 방사성부식물 피막 중의 방사성핵종의 원자수(N_f)는 다음과 같이 계산된다.

$$\frac{dN_f}{dt} = \Sigma_i \phi - \lambda_i N_f \quad (11.1A-1)$$

N_f 에 대해서 풀면

$$N_f = \frac{\Sigma_i \phi}{\lambda_i} (1 - e^{-\lambda_i t_{res}}), \text{ atoms/g} \quad (11.1A-2)$$

여기서,

$\Sigma_i \phi$ = 핵종 i의 방사화반응률, d/g-sec

λ_i = 핵종 i의 붕괴상수, sec^{-1}

t_{res} = 예상되는 노심체류시간, sec

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

$$\frac{dN_c}{dt} = N_f [ER] A_C - (\alpha + \beta + \lambda_i) N_c, \text{ atoms/sec}$$

N_c 에 대해서 풀면

$$N_c = \frac{N_f [ER] A_C}{(\alpha + \beta + \lambda_i)} [1 - e^{-(\alpha + \beta + \lambda_i)t}] \quad (11.1A-3)$$

여기서,

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

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

$$\begin{aligned} A_c &= \text{노심표면적, cm}^2 \\ \alpha &= \text{표면침적률(plateout rate), sec}^{-1} \\ \beta &= \text{정화율, sec}^{-1} \\ \lambda_i &= \text{붕괴상수, sec}^{-1} \end{aligned}$$

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

$$\frac{dM_c}{dt} = [ER]A_T - (\alpha + \beta)M_c \quad (11.1A-4)$$

여기서, M_c 는 방사성 및 비방사성물질을 모두 포함한다.

M_c 에 대해서 풀면

$$M_c = \frac{[ER]A_T}{(\alpha + \beta)} [1 - e^{-(\alpha + \beta)t}], \text{ grams} \quad (11.1A-5)$$

여기서,

$$\begin{aligned} [ER] &= \text{마모율, g/cm}^2\text{-sec} \\ A_T &= \text{1차계통의 총 표면적, cm}^2 \\ \alpha &= \text{표면침적률(plateout rate), sec}^{-1} \\ \beta &= \text{정화율, sec}^{-1} \end{aligned}$$

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

$$A_i = \frac{\lambda_i N_c}{M_c}, \text{ Bq/g-crud} \quad (11.1A-6)$$

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

$$A_i = \sum_i \phi (1 - e^{-\lambda_i t_{\text{res}}}) \frac{A_c}{A_T}, \text{ Bq/g=crud} \quad (11.1A-7)$$

또한 상기 11.1A-7로 계산된 방사능(A_i)은 노심의 표면에서의 방사능으로도 가정한다.

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

침적된 크러드

침적된 크러드의 방사능(A_j)은 다음과 같이 계산된다.

$$A_j = \lambda_j N_f = \sum_j \phi (1 - e^{-\lambda_j t_{res}})$$

(11.1A-8)

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

11.2 액체방사성폐기물관리계통

액체방사성폐기물관리계통은 액체방사성폐기물을 수집, 분리, 저장, 처리, 시료채취 및 감시할 수 있는 수단을 제공하여 발전소 종사자, 일반 대중 및 환경을 보호하도록 설계된다. 액체방사성폐기물이 비 방사성유동 물질과 혼합되어 방사능으로 오염될 가능성을 최소화하기 위해 액체방사성폐기물 종류별로 분리한다. 처리된 액체방사성폐기물은 감시탱크에서 배출하기 전에 시료채취가 이루어지고 통제 감시하에 배출될 수 있도록 배관에 방사선 감시기가 설치된다. 예상운전과도를 포함한 정상운전시 발전소 배출지점을 통해 배출되는 액체 유출물 농도는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)에 기술된 농도 미만이고, 10 CFR 50 부록 I 및 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 소외선량에 대한 ALARA 기준을 만족한다.

2

11.2.1 설계기준

11.2.1.1 기준 및 평가

액체방사성폐기물관리계통은 SRP 11.2절에 정의된 허용기준에 따라 설계된다. 그 설계기준은 다음과 같다.

- 가. 제한구역경계를 통해 정상적으로 배출되는 유출물은 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한 요건들을 만족하여야 한다.

2

액체방사성폐기물관리계통은 일괄처리방식으로 액체 유출물을 환경으로 간헐적으로 배출한다.

ANSI/ANS 18.1의 방법론을 적용한 PWR-GALE 전산프로그램으로 계산한 연간 액체 방사성물질 배출량(Bq/yr) 평가 결과는 표 11.2-1에 제시된다. 연간 배출량을 계산하기 위해 사용된 가정사항들은 11.2.6절에 제시되어 있다. 연간 예상 배출량은 연간 개인 최대 피폭선량 계산에 사용된다. 연간 개인 최대 피폭선량 계산 결과는 표 11.2-5에 제시된다. 분석 결과 예상운전과도 및 정상운전시 유출물에 의한 연간개인 최대 피폭이 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)를 만족하고 있음을 보여준다.

2

액체방사성폐기물관리계통은 설계기준 선원항을 기준으로 제한구역경계를 통한 정상 배출시 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 유출물 농도 이내임을 보증하도록 설계된다. 제한구역경계에서 유출물 농도를 계산하기 위해 사용된 방법론에 대한 상세 기술 내용은 11.2.7절에서 제시된다. 분석 결과는 제한구역경계를 통한 액체 유출물의 최대 농도가 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 유출물 농도 이

2

2

내임을 보여준다.

- 나. 계통은 예상운전과도를 포함한 정상 발전소 운전을 방해하지 않도록 성능상의 설계목표를 만족하여야 한다.

액체방사성폐기물관리계통은 비안전성관련 계통이며 사고 완화 기능이 없다. 액체방사성폐기물관리계통은 ANSI/ANS 55.6 및 규제지침서 1.143의 요건에 따라 설계된다. 다음 특성들이 여기에 포함된다.

- 1) 액체방사성폐기물관리계통은 예상과도사건을 포함한 정상운전시 주요 기기의 단일고장시에도 방사성 액체방사성폐기물을 처리할 수 있도록 충분한 다중성을 갖도록 설계된다.
- 2) 액체방사성폐기물관리계통은 정상운전 동안 발생량 증가를 수용할 수 있도록 충분한 저장 용량 및 다중성을 갖도록 설계된다.

- 다. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조, 제33조 및 제34조와 10 CFR 50 부록 A(일반설계기준 60, 61 및 64)에 따라 환경으로 방사성물질 배출은 제어되고 감시되어야 한다.

| 1

액체방사성폐기물은 운전원 조치로 배출된다. 발전소 배출구를 통해 배출하기 전에 액체방사성폐기물의 시료가 채취된다. 액체방사성폐기물관리계통은 감시 탱크 후단 배출 배관을 감시하는 방사선 감시기 2대가 설치된다. 배출구 내 순간 유출물 농도가 설정 제한치를 초과할 경우 방사선감시기는 배출을 중단하도록 작동된다. 액체방사성폐기물관리계통의 방사선 감시와 관련된 상세 내용은 11.5절의 방사선감시계통에 기술된다.

- 라. 액체방사성폐기물관리계통의 단일기기에서 방사성물질의 우발적인 배출로 인해 순간 유출물 농도가 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 제한치를 초과하지 않아야 한다.

| 2

액체방사성폐기물관리계통 및 복합건물은 액체방사성폐기물관리계통 고장 또는 누설로 인해 액체가 환경으로 배출되지 않도록 설계된다. 추가로, 액체방사성폐기물관리계통은 계통에서 환경으로 중력 또는 사이펀 유동 가능성이 없도록 설계된다. 이 구조는 방사성액체가 환경으로 우발적으로 배출되는 것을 방지한다.

- 마. 또한, 액체방사성폐기물관리계통은 운전 및 정비시 피폭이 ALARA를 유지하여 종사자 피폭에 대한 설계목표를 만족하도록 하여야 한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

액체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 8.8, ANSI/ANS 55.6 및 규제지침서 1.143에 제시된 지침에 따라 설계된다. 이는 액체방사성폐기물관리계통이 ALARA 목표를 만족할 것임을 보증한다.

11.2.1.2 규격 및 표준

액체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 적용되는 규제입장(C.1, C.4, C.5, C.6 및 C.7)에 제시된 지침에 따라 설계된다.

가. 액체방사성폐기물관리계통은 다음과 같은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.1에 따라 설계 및 시험된다.

- 1) 액체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.1.1.1, C.1.1.2 및 C.1.1.3에 따라 표 11.2-8에 수록된 규격 및 표준으로 설계, 제작 및 시험된다.
- 2) 액체방사성폐기물관리계통 중 압력유지부분에 사용되는 재질은 KEPIC MD(해외구매 품목은 ASME Sec. II)에서 제시하는 요건에 따라 설계되며, 가단철, 연철 또는 주철 및 플라스틱 재질 등은 사용할 수 없다. 이러한 재질 제한사항에 대해 예외적으로 문서화되고 승인된 기술평가를 통해 인정될 경우에는 선택된 기기에 대해 허용할 수 있다. 액체방사성폐기물관리계통에서 사용된 재질은 정상 조건 및 예상운전과도시 화학적, 물리적 및 방사선학적 환경에 적합하여야 한다.
- 3) 액체방사성폐기물관리계통은 복합건물에 수용된다. 액체방사성폐기물관리계통을 수용하는 구조물 기초 및 벽은 건물 내에 예상되는 최대 액체 재고량을 수용할 수 있는 충분한 높이까지 규제지침서 1.143의 규제입장 C.6에 기술된 요건들을 만족하도록 설계된다.
- 4) 원자로건물 밖에 방사성액체를 함유하는 모든 구조물, 계통 및 기기들은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.5에 따라 분류되어야 하며, 규제입장 C.6에 따라 설계되어야 한다. 방사성액체를 함유할 가능성이 있는 기기들은 건물 내, 외 누출로 인해 제어 및 감시되지 않은 상태로 방사성물질이 환경으로 배출되지 않도록 하기위해 규제지침서 1.143의 규제입장 C.1.2에 따라 다음과 같이 설계된다.

가) 옥내, 외 모든 탱크들은 수위지시기를 갖는다. 대기압 탱크들의 과충수는 수위지시계측기와 복합건물 제어실에 과충수 발생 가능성을 알려주는 고 수위경보를 설치함으로써 최소화한다. 고-고 수위경보는

독립 수위감지기에 의해 작동된다. 잠재적으로 방사성 물질을 함유할 수 있는 대기압 탱크의 목록과 각 탱크의 과충수 배출 방지를 위한 설계 기준들이 표 11.2-9에 제시되어 있다.

- 나) 모든 탱크의 과충수량, 배수 및 시료채취 배관은 건물 배수조로 향하고, 배수조 내용물은 수집 및 처리를 위해 액체방사성폐기물관리시스템의 적당한 탱크로 이송된다.
- 다) 모든 옥내 탱크들은 발생하는 바닥 배수를 액체방사성폐기물관리시스템으로 이송하여 수집 및 처리할 수 있도록 연석 또는 높여진 문턱을 설치한다.
- 라) 방사성액체를 함유할 가능성을 갖는 계통들은 구역내 감시가 필요 없는 비방사성계통 및 덕트로 오염확산 가능성을 최소화하기 위해 비방사성계통들과 분리된다.
- 마) 옥외 탱크들은 탱크의 과충수량 또는 파손으로 인해 제어되지 않은 상태로 방사성물질의 환경 배출을 방지하도록 하기 위해 독을 마련한다. 또한, 이러한 탱크들은 시료채취가 가능하도록 되어 있고, 수집 및 처리를 위해 액체방사성폐기물관리시스템으로 이송된다.

나. 액체방사성폐기물관리시스템은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4에 따라 설계 및 시험된다.

- 1) 액체방사성폐기물관리시스템은 다음의 설비를 마련하여 누설을 관리할 수 있도록 설계된다.

액체방사성폐기물관리시스템은 배출하기 전에 감시탱크 내용물에 대한 시료채취가 가능하도록 설계된다. 추가로, 발전소 감시탱크 출구에 설치된 2대의 방사선감시기는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한치를 초과할 경우 자동으로 배출을 중단시킨다.

액체방사성폐기물관리시스템은 종사자 피폭이 ALARA를 유지하도록 하기 위해 다음과 같이 접근성, 운전, 검사 및 정비가 용이하도록 설계된다.

정비 및 검사 작업 수행뿐만 아니라 액체방사성폐기물을 수집, 저장 및 처리하기 위해 복합건물 내에 충분한 공간을 마련한다.

- 2) 품질보증계획은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7에 기술된 것과 같은 규

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

정이 적용된다.

- 3) 액체방사성폐기물관리계통은 다음과 같이 규제입장 C.4.3에 따라 설계된다.

공정계통의 압력유지 기기들은 최대로 실행할 수 있는 한도까지 용접이음 방법이 적용된다. 공정계통에는 시료채취 및 계측 배관 상에 첫 번째 루트 밸브까지 포함된다. 단, 정비 또는 운전여건상 필요한 곳에 한하여 플랜지 연결방법 또는 신속한 차단이 가능한 적절한 연결구류가 사용된다. 나사산이 유일한 밀봉 역할을 하는 나사형 이음방법은 계기 연결부 또는 펌프 케이싱 배기 및 배수 연결부를 제외하고 사용하지 않는다. 공정배관의 크기는 공칭직경 1.9 cm(3/4 in) 이상이다. 밀봉 용접으로 보완한 나사형 이음, 기계적 이음 또는 소켓 용접은 공칭직경 1.9 cm(3/4 in) 이상 6.35 cm(2-1/2 in) 미만 배관에 사용된다. 6.35 cm(2-1/2 in) 이상 배관에 대해 배관은 맞대기용접 방법이 사용된다. 비 소모성 받침링은 수지 또는 입자성 물질 이송 배관에 사용하지 않는다. 압력유지 기기들의 압력경계를 이루는 모든 용접은 KEPIC MQ(해외구매 품목은 ASME Sec. IX)에 따라 수행된다.

- 4) 액체방사성폐기물관리계통은 규제입장 C.4.4에 따라 수압시험이 수행된다. 운전중 배관계통 시험은 적용되는 KEPIC(해외구매 품목은 ASME 코드) 또는 계통 배관규격서에 따라 수행된다. 계통의 수압시험이 수행될 경우 2.54 cm(1 in) 미만 배관의 수리, 교체 및 변경시에 수압 시험을 면제할 수 있다.

- 5) 액체방사성폐기물관리계통은 규제입장 C.4.5에 따라 계통의 운전성을 평가하기 위해 능동 기기의 주기적 시험이 가능하도록 설계된다.

다. 액체방사성폐기물관리계통 및 구조물은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.5에 따라 방사선량 및 핵종별 방사능농도 평가를 통해 방사선 안전등급(RW-IIa, RW-IIb, RW-IIc)으로 분류되고, 방사선 안전등급별로 규제입장 C.6의 자연현상 및 인위적 위험에 대비한 설계요건을 준수하며, 표 11.2-8에 제시된 규격 및 표준에 따라 설계, 제작 및 시험된다.

라. 액체방사성폐기물관리계통 기기들의 설계, 설치, 구매 및 제작에 대한 품질보증계획은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7과 일치하여야 한다. 액체방사성폐기물관리계통 각 기기의 내진범주, 품질등급 및 안전등급은 표 3.2-1에 기술되어 있다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

11.2.1.3 특성

설계기준을 만족시키는 특성은 다음과 같다.

- 가. 폐기물을 가장 효율적으로 처리하기 위해 계통으로 유입되는 폐액을 그 특성에 따라 분리하여 처리한다. 이는 거의 혹은 전혀 오염되지 않은 다량의 잠재적 오염 폐기물의 경우 최소한의 처리 과정을 거친 후 감시하고 배출할 수 있으므로 처리설비의 부하를 줄일 수 있다.
- 나. 계통은 환경으로 배출 방사능량을 최소화할 수 있는 처리공정을 가지고 있다. 주 처리공정은 막을 이용한 계통으로 방사능 유출물 배출을 효과적으로 줄일 수 있다.
- 다. 계통은 특정 시기 또는 특정 폐기물 유입시 가장 경제적으로 처리할 수 있는 이동식 설비를 수용할 수 있는 시설을 가지고 있다. 고체방사성폐기물 선적 및 이동식 폐수지 처리설비를 위한 트럭베이 공간을 확보하고 있다.
- 라. 대부분의 계통운전은 운전원이 가장 효과적으로 작업을 조정할 수 있도록 복합건물 제어실에서 제어된다.
- 마. 능동기기 및 교체가 필요한 기기들은 이동 및 정비가 용이하도록 크레인의 접근이 가능한 곳에 있다.
- 바. 액체방사성폐기물관리계통은 예상과도사건을 포함한 정상운전중에 부계통 기기의 주요 단일고장 또는 교체시에 액체방사성폐기물을 계속 처리할 수 있는 충분한 다중성을 갖도록 설계된다.

11.2.2 계통 설명

11.2.2.1 일반 사항

액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도와 공정 흐름도는 그림 11.2-1과 그림 11.2-2에 각각 나타나 있으며, 기기 목록은 표 11.2-7에 기술되어 있다.

액체방사성폐기물관리계통은 방사성 액체방사성폐기물을 수집, 저장, 처리, 시료채취 및 감시할 수 있는 수단을 제공한다. 액체방사성폐기물관리계통은 수집탱크, 공정 여과기, 역삼투압설비 패키지, 공정펌프 및 감시탱크와 원격운전이 가능한 계측제어설비로 구성된다. 공정 기기 및 이동식 기기와 연결부는 정비, 교체 또는 구조변경이 용이하도록 하기 위해 크레인 또는 모노레일 인양기 접근성이 확보된 곳에 위치한다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

방사성폐기물은 최초 수집 배수조 또는 탱크로의 선택 유로를 통해 분리된다. 이것은 폐기물 종류별로 좀 더 효율적인 처리를 가능하도록 하고 고체방사성폐기물을 감소시킨다. 서로 다른 폐기물 범주별로 처리하는 부계통으로 구성된다.

액체방사성폐기물관리계통은 다음의 주요 부계통으로 구성된다.

가. 바닥배수 부계통

나. 기기폐액 부계통

다. 화학폐액 부계통

라. 방사성세탁 부계통

원자로건물 바닥배수, 보조건물 바닥배수, 복합건물 배수 및 기타 바닥배수는 바닥배수 부계통으로 보내지고 역삼투압설비 패키지로 처리된다.

보조건물 기기배수 및 기기폐액은 기기폐액 부계통으로 보내지고 역삼투압설비 패키지로 처리된다.

방사화학 실험실, 핵연료취급지역, 기기제염 배수 및 기타 화학폐액은 화학폐액 부계통으로 보내지고 역삼투압설비 패키지로 처리된다.

세탁배수, 개인 제염실 발생 폐기물, 세제 형태의 제염용액 및 기타 세제폐액은 방사성세탁 부계통으로 보내진다. 수집된 폐액들은 여과 처리되며 시료채취 후 배출기준에 적합한 경우 액체방사성폐기물관리계통의 감시탱크 배출배관을 통해 배출된다. 그러나 추가 처리가 필요한 경우, 액체방사성폐기물관리계통의 화학폐액탱크로 이송되어 처리된다.

높은 전기전도도를 갖는 재생 용액은 복수탈염기 재생에 의해 생성된다. 만일 재생용액을 액체방사성폐기물관리계통(예를 들면, 핵연료 손상과 동시에 증기발생기 전열관 누설)으로 처리할 필요성이 있을 경우 그 폐기물은 바닥배수, 기기폐액 또는 화학폐액 탱크로 이송된다.

액체방사성폐기물관리계통은 전처리설비, 역삼투압설비, 이온교환설비, 농축폐액공급설비로 구성된 역삼투압설비 패키지를 가지고 있다.

바닥배수 및 기기폐액은 100 % 용량의 역삼투압설비 패키지 2개 계열 중 1개 계열로 이송되어 처리된다. 전처리설비에서 미세한 입자 및 유기성 물질이 제거된 전처리 폐액은

역삼투압설비로 이송되어 용존염 및 방사성물질이 제거된 투과수가 이온교환설비로 이송된다. 막분리 공정에서 발생된 농축폐액은 고체방사성폐기물관리시스템의 농축폐액 처리설비로 이송된다. 역삼투압설비에서 배출되는 투과수는 이온교환설비에서 방사성이온들을 추가로 제거하고 수질을 향상시킨 뒤 감시탱크로 이송되며, 감시탱크에서 시료를 채취하여 방사능준위를 측정 한 후 수중배수터널을 통하여 배출하거나 재사용을 위해 계통 사용처로 이송된다. 처리된 폐액이 배출 기준 및 수질 요건을 만족하지 못할 경우 역삼투압설비 폐기지로 재순환하여 처리한다. 처리된 폐액을 소외로 배출하는 경우 배출 폐액 내 방사능은 지속적으로 감시된다.

화학폐액은 바닥배수와 같은 경로로 처리한다. 그러나 특수 제염폐액과 같은 화학폐액들이 발생하는 경우 이동식 화학폐기물 처리설비로 처리할 수 있도록 연결용 플랜지가 설치된다.

액체방사성폐기물 관리시스템에 대한 설계기준 및 예상 방사선원향은 표 11.2-10에 제시되어 있으며, 표 11.2-11에 기술되어 있는 가정사항 및 입력자료를 기준으로 계산되었다.

1

11.2.2.2 기기 설명

11.2.2.2.1 액체방사성폐기물 수집탱크

액체방사성폐기물 수집탱크들과 각 부계통 목록은 아래와 같다.

탱크	부계통
기기폐액 탱크(EWT)	기기폐액
바닥배수 탱크(FDT)	바닥배수
화학폐액 탱크(CWT)	화학폐액
방사성세탁계통 배수 탱크(RLS-DT)	방사성세탁
보조폐액 탱크(AWT)	기기폐액, 화학폐액 및 바닥배수

2

각 탱크가 수용할 폐기물에 대한 상세한 설명은 다음과 같다.

- 가. 기기폐액 탱크 - 1차측 기기 배수 폐기물로서 보조건물 기기배수 및 기타 기기배수 폐기물이다.
- 나. 바닥배수 탱크 - 전기전도도가 높고 가변적인 부유 고체 함유량을 갖는 폐기물로 원자로건물 바닥배수, 보조건물 바닥배수, 복합건물 바닥배수 및 기타 바닥배수 폐기물이다.
- 다. 화학폐액 탱크 - 방사화학 실험실, 핵연료취급지역 및 기기 제염 배수 및 기타 화학폐액 폐기물이다.

라. 방사성세탁계통 배수탱크 - 세탁폐액, 개인 제염실에서 발생하는 폐기물 및 세제 형태의 제염 용액 폐기물이다.

마. 보조폐액탱크 - 바닥배수, 기기폐액 및 화학폐액의 구분없이 일시적으로 유입된다.

2

액체방사성폐기물 수집탱크들의 크기는 한 호기가 정상 운전되고 다른 호기가 비정상적으로 운전되는 것을 고려하여 예상되는 1일 최대 유입량을 수용할 수 있도록 결정된다. 폐기물 수집탱크 배기관의 크기는 배수중에 탱크 버클링을 막을 수 있도록 적절히 결정된다.

액체방사성폐기물 수집탱크에는 상호 연결 및 과충수 배관, 균일한 내용물 시료채취를 보증하기 위하여 재순환을 위한 유체 구동 혼합기 및 설비와 탱크 상부를 통해 접근하는 정비용 출입구가 모두 갖추어져 있다. 방사성세탁계통 배수탱크를 제외한 모든 탱크들의 바닥이 평평하다. 모든 탱크들은 라이닝된 격실에 위치하고 벽들은 규제지침서 1.143에서 요구하는 내진 및 적절한 차폐가 가능하도록 구성되어 있다.

액체방사성폐기물 수집탱크들은 모두 스테인리스강으로 제작된 대기압 탱크이다.

오일, 배수 및 누설물은 실제 가능한 한도까지 액체방사성폐기물관리계통으로 유입되지 않는다. 오일에 의한 오염이 감지되면, 공정흐름은 이온교환 매질의 오염 방지를 위해 오일제거필터를 거치도록 한다.

11.2.2.2.2 감시탱크

감시탱크는 처리된 폐기물을 환경으로 배출할 수 있는 액체방사성폐기물관리계통의 유일한 탱크이다.

감시탱크들의 크기는 처리설비의 용량을 고려하여 예상되는 1일 최대 유입량을 수용할 수 있도록 결정되어야 한다. 그 감시탱크 배기관의 크기는 아래쪽으로 배수중에 탱크 버클링을 막을 수 있도록 적절히 결정되어야 한다.

감시탱크들에는 상호 연결 및 과유량 배관, 균일한 내용물 시료채취를 보증하기 위하여 재순환을 위한 유체 구동 혼합기 및 설비와 탱크 상부를 통해 접근하는 정비용 출입구가 갖추어져 있다.

감시탱크들은 모두 스테인리스강으로 제작된 대기압 탱크이다.

복수탈염계통의 탈염기 재생에 의해 복수탈염구역 배수조에 수집된 폐액은 배수조에서 시료채취된다. 터빈건물 내에 위치한 복수탈염계통은 처리능력을 가지고 있지 않다. 그렇지만, 시료분석 결과에 따라 필요시 액체방사성폐기물관리계통의 부계통에 속하는 바닥 배수탱크, 기기폐액탱크 또는 화학폐액탱크로 유로를 변경할 수 있다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

11.2.2.2.3 공정 펌프

각 폐기물 경로에 고장시 상호 연결 가능한 원심펌프가 설치된다. 펌프는 정비작업 전에 세정 및 배수가 가능하고 필요한 경우 소내 예비품으로 쉽게 교체가 가능하다. 펌프의 유체 접촉 부분은 오염물 축적을 최소화하고 사용 수명을 연장하기 위해 부식 저항성을 갖는다.

설치된 공정펌프들의 설계 변수는 표 11.2-7에서 보여준다.

11.2.2.2.4 역삼투압설비 패키지

역삼투압설비 패키지는 전처리설비, 역삼투압설비, 이온교환설비로 구성되어 있다.

전처리설비는 역삼투압설비의 역삼투막 오염, 스케일링 및 손상을 방지하기 위해 설치되며, 수집된 폐액 속에 존재하는 미세한 입자 및 유기성 물질을 제거한다.

역삼투압설비는 전처리설비에서 제거되지 않은 용존염 및 방사성 이온들을 제거하기 위해 전 처리된 폐액을 여러 단계의 역삼투막을 통과시켜 투과수와 농축액 형태로 분리하며 투과수는 감시탱크로 이송하고 농축액은 고체방사성폐기물관리시스템의 농축액 처리설비로 이송한다. 역삼투막의 세정 시기는 투과수 유량 및 역삼투막 차압을 감시하여 결정하며, 막 세정은 필요시 세정제를 사용하여 막 오염물을 제거한다. 역세정 폐액은 재순환하여 유입 폐액과 함께 처리된다.

이온교환설비는 역삼투압설비에서 배출된 투과수 내에 Co, Sb, Cs 핵종을 추가로 제거하여 투과수의 수질을 향상시키기 위해 설치되며, 3대의 이온교환기로 구성되어 있다. 이온교환기는 이온교환기 양단의 압력차가 설계치에 도달할 때까지 운전되도록 하며, 처리된 폐액의 방사능 농도 및 전기전도도를 기준으로 수지의 이온교환능력이 다했을 경우 또는 방사성 폐기물 관리자의 판단에 따라 이온교환기로부터 수지를 교체하도록 한다. 이온교환기의 수지 교체시, 교체 대상 이온교환기로의 폐액 유입을 방지하기 위해 이온교환기를 격리할 수 있도록 하며, 폐수지는 고체방사성폐기물관리시스템의 저방사성폐수지탱크로 이송되도록 한다. 새 수지는 새 수지탱크에서 탈염수를 이용하여 수지탱크에 주입되도록 한다.

역삼투압설비 패키지의 기능 상실로 인하여 폐액 처리에 지장을 주지 않도록 하기 위하여 100 % 용량을 갖는 두 계열의 역삼투압설비 패키지가 설치된다.

11.2.2.2.5 이동식 설비를 대비한 시설

사용되는 동안 설치된 수집탱크, 공정 펌프 및 감시탱크와 이동식 처리설비를 연결할 수 있는 배관이 설치된다. 원격 작동 밸브(스키드 차폐물 밖), 즉석 연결구류 및 고압 공업용 굴절성 호스 사용으로 신속한 공정 유로 재정렬이 가능하다.

11.2.2.2.6 복수탈염계통 폐기물

복수탈염계통 정화기를 재생하는 동안에 발생된 액체방사성폐기물은 터빈건물 복수탈염구역 배수조로 수집된다. 복수탈염구역 배수조 내 폐액은 일반적으로 추가 처리가 필요하지 않아 종합폐수처리장으로 보내진다.

복수탈염구역 배수조 출구배관에는 방사선감시기가 설치된다. 감시기에서 설정치 이상의 방사선 신호를 받게 되면 복수탈염구역 배수조에서 종합폐수처리장으로의 배출은 자동으로 중단되며, 복수탈염계통 정화기 재생운전에 의해 발생하는 방사성폐액은 환경으로 배출되기 전에 액체방사성폐기물관리계통으로 이송되어 처리된다.

복수탈염계통 폐기물과 관련된 상세한 설명은 10.4.6절에 기술된다.

11.2.2.2.7 방사성세탁계통 배수탱크

방사성세탁폐액 부계통은 복합건물 내 바닥배수, 인체 제염 및 오염된 세탁 폐기물 등 방사능 오염 가능성을 가지고 있는 모든 세제 폐기물을 수집, 감시, 처리 및 배출할 수 있도록 설계된다.

폐기물의 그랩 시료를 채취하여 방사선준위를 분석한다. 분석 결과를 기준으로 배출 기준을 만족할 경우 방사성세탁계통 배수여과기로 처리한 뒤 감시탱크 배출배관으로 배출된다. 만일 추가 처리가 필요한 경우 그 폐기물은 화학폐액탱크로 이송된다.

11.2.2.2.8 방사성세탁계통 배수여과기

세제 폐기물에서 미립자를 제거하기 위해 방사성세탁계통 배수여과기가 사용된다. 방사성세탁계통 배수여과기는 카트리지지형 여과기이다. 그 여과기는 상부를 통해 장전되는 수직형 스테인리스강 압력용기이다. 세탁폐액은 여과기 바닥에서 카트리지지 내로 강제로 유입되어 카트리지지 밖 위쪽으로 유도된다. 사용된 여과기 카트리지는 수동으로 교체된다.

방사성세탁계통 배수여과기는 여과기 주변에 벽이 없는 개방된 구역에 설치된다. 여과기 용기에는 인양 고리와 기초 위 앵커 볼트와 체결할 수 있는 지지대가 설치된다.

11.2.2.3 계통 운전

액체방사성폐기물관리계통은 정상적으로 원자로건물, 복합건물 및 보조건물의 바닥배수, 기기폐액 및 화학폐액을 처리하기 위해 사용된다. 그러나 1차측에서 2차측으로 누설이 발생하는 기간 동안 액체방사성폐기물관리계통은 복수탈염기 재생폐액과 같은 터빈건물에서 발생한 폐기물을 수용 및 처리할 수 있다. 액체방사성폐기물관리계통에 대한 설계 입력자료는 표 11.2-2에 요약되어 있다. 액체방사성폐기물관리계통의 유입원은 상대적으로 고 순도 폐기물을 함유하는 기기폐액, 저 순도 폐기물을 함유하는 바닥배수 및 화학물질을 함유하는 화학폐액의 3개 부계통으로 분류된다. 액체방사성폐기물관리계통은 기기폐액을 1개 계열의 역삼투압설비 패키지로 처리하였다면, 바닥배수와 화학폐액은 나머지 1개 계열의 역삼투압설비 패키지로 이용, 처리하도록 하는 것이 운영측면에서 효율적이며, 2개 계열의 역삼투압설비 패키지는 서로 교차운전이 가능하도록 설계된다.

정상운전기간 동안 각 2대의 폐기물 수집탱크 중 1대는 유입 폐기물 수집에 사용되고 다른 1대는 처리를 위해 사용된다. 액체방사성폐기물관리계통에 폐기물 부피를 알 수 있는 수위지시계가 설치되어 있어 운전원들이 계통의 수집 및 처리 요건을 예측할 수 있다.

액체방사성폐기물 처리 및 배출은 일괄처리공정으로 이루어진다. 운전원이 적절하다고 생각되는 폐기물량 만큼 폐기물수집탱크로 수집한 다음 시료채취를 위해 탱크의 입구 밸브를 닫는다. 일반적으로 수집탱크 내용물은 폐액이 탱크에 유입되어 탱크 수위가 최소한의 수위를 넘어설 때 재순환하고 혼합한다. 이것은 일괄 시료채취 공정을 촉진하고 최종 시료가 대표성을 갖도록 하기 위함이다. 초기 수집탱크 시료에서 얻어진 결과를 기준으로 필요한 경우 수집탱크에 적절한 전처리 화학물질 주입과 처리가 수행된다. 최종 시료분석 결과를 기준으로 역삼투압설비 패키지로 탱크 내용물을 처리하거나 좀 더 적절한 공정을 마련할 것인지를 결정한다.

일시적으로 다량의 방사성폐액이 발생하는 경우, 발생한 폐기물을 액체방사성폐기물관리계통으로 수용할 수 있도록 액체방사성폐기물관리계통내 보조폐액탱크가 설치된다. 액체방사성폐기물관리계통 유입원인 기기폐액, 바닥배수 및 화학폐액의 구분 없이 폐액을 수용할 수 있도록 설계되며, 수집된 폐액은 기기폐액펌프를 이용하여 역삼투압설비 패키지로 이송 및 처리한다. 보조폐액탱크에서 채취된 시료가 대표성을 갖기 위하여 재순환 및 혼합운전, 그리고 시료채취 공정이 기기폐액 부계통을 이용하여 수행된다.

2

액체방사성폐기물관리계통 부계통의 수집탱크들은 처리하기 전에 시료채취가 이루어진다. 시료분석 결과를 기준으로 각 해당 공정에 따라 처리된다. 액체방사성폐기물관리계통 부계통의 수집탱크들의 각 내용물은 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 유출물 농도 제한치를 만족하도록 필요한 처리가 수행된다. 처리된 폐액은 감시탱크에 수집되고 그 곳에서 시료채취가 수행된다. 운전원이 감시탱크 내용물을 보낼 곳을 결정한다. 감시탱크 내용물의 수질과 방사성핵종 농도가 수용탱크 요건을 만족하고

2

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

재순환 운전 에 따른 발전소 부하추종운전에 영향을 미치지 않을 경우 감시탱크 내용물은 발전소에서 재사용하기 위해 수용탱크로 이송하나 소외 배출이 적절한 경우 감시탱크 내용물을 환경으로 배출한다. 처리된 폐액이 통제 감시하에 환경으로 배출될 수 있도록 감시탱크 배출배관 하단에 방사선감시기 2대가 설치된다. 감시기 설정치를 초과하는 방사선 감지신호를 받게 되면 배출은 자동적으로 중단된다. 설정치 관련 상세한 내용은 11.5절에서 기술되어 있다.

Intentionally Blank

Intentionally Blank

운전원은 액체방사성폐기물관리계통 감시탱크에서 재순환된 내용물의 시료를 채취한다. 시료분석 결과를 기준으로 운전원은 그림 11.2-1에 나타난 바와 같이 필요한 추가 처리를 위해 수동으로 유로를 전환한다.

각 감시탱크는 처리된 폐액을 받는 용기로서 교대로 사용된다. 1대의 탱크가 가득 채워졌을 때 대표시료가 즉시 채취될 수 있도록 저 수위 허용 위치 이상에서 유체구동방식으로 혼합을 시작한다.

11.2.3 안전성 평가

액체방사성폐기물관리계통은 안전정지 또는 사고완화 기능을 갖지 않는다. 주요 기기의 고장 또는 액체방사성폐기물관리계통에서 누출로 인한 우발적인 배출이 일어날 경우 복합건물 내에 수용된다. 그러므로 우발적인 배출에 의해 원자력안전위원회고시 제 2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한치를 초과하지 않는다.

| 2

11.2.4 검사 및 시험 요건

가동전시험은 14장에 기술되어 있다. 액체방사성폐기물관리계통의 역삼투압설비 패키지는 그 기능 수행여부를 입증하기 위해 설치 전에 기능시험을 수행한다. 계통제어반은 공장시험을 수행한다. 다른 계통 기기는 선적하기 이전에 시험 및 검사를 실시한다. 발전소 가동전, 액체방사성폐기물관리계통에 대한 압력 건전성, 설계유량 특성 그리고 밸브, 계측장비 및 제어장비의 운전적합여부를 확인하기 위한 시험을 수행한다. 발전소 시운전시 역삼투압설비 패키지의 성능확인을 위한 시험을 수행하며, 정상운전시에도 주기적으로 성능확인시험을 수행한다. 계측장비는 주기적으로 교정한다.

11.2.5 계측 설비

액체방사성폐기물관리계통 설계기준에 중요한 계측장비 및 지시기는 다음과 같다.

가. 수위 지시기

모든 폐기물 수집 및 감시 탱크들은 수위지시기 및 수위경보기를 갖추고 있고, 고수위 및 저수위 경보는 상호독립 수위감지기에 의해 작동된다. 고 수위경보는 현장 및 복합건물 제어실에서 동시에 울린다. 액체방사성폐기물관리계통 수집탱크로 보내는 구역 배수조 및 탱크 내 수위는 복합건물 제어실에 지시된다.

나. 방사성액체 유출물 감시기

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

배출하기 전에 폐액은 감시탱크에 저장되고 대표시료가 채취된다. 일괄처리 배출시 배출탱크의 유입원을 차단하고 유출물 감시기를 거쳐 배출된다. 유출물 감시기 설정치는 예기치 못한 고방사능(일괄처리 배출 시료에 대한 상대적인 정보)에 대해서만 경보가 울리고 자동으로 배출을 차단한다.

방사성액체 유출물감시기는 방사선 영향과 시료배관 길이를 최소화하기 위해 감시할 계통과 가깝고 주변 방사선 준위가 낮은 지역에 설치된다.

고방사선경보는 정보처리계통과 주요변수지시 및 경보계통-N을 통해 복합건물 제어실에 제공된다.

배출하기 전에 재생폐액은 복수탈염구역 배수조에 저장되고 그 곳에서 대표시료가 채취된다. 모든 배출은 방사선감시기를 거쳐 이루어진다. 방사선감시기 설정치를 초과하는 방사선 신호가 감지되면 배출은 자동으로 중단되고 복수탈염구역 배수조 내 잔존 폐액은 액체방사성폐기물관리계통의 수집탱크로 이송되어 처리된다. 또한, 이 방사선감시기는 복수기 피트 배수조 폐액 배출시 총 감마방사능을 감지하기 위해 사용된다.

다. 차압

여과기 카트리지를 또는 이온교환기 내 수지의 교체여부를 감시하기 위해 여과기와 수지가 충전된 이온교환기에 차압 측정계기를 설치한다. 차압 지시기는 현장 또는 복합건물 제어실에 설치된다.

라. 유량

각 공정펌프는 운전원이 적절한 운전 범위 내로 공정을 조절하는 것을 지원하기 위해 유량 측정기를 갖춘다. 차압 정보와 함께 유량 정보는 운전원이 여과 매질의 상태를 평가하는데 중요하다. 복합건물 제어실에 유량지시기가 마련된다.

마. 지역 방사선

지역 방사선 감시기는 12.3.4.1절에 기술되어 있다. 지역방사선감시기는 현장에 지시 및 가청 경보기를 가지고 있다.

11.2.6 액체방사성물질 배출

예상운전과도를 포함한 정상운전시 발전소에서 배출되는 액체유출물로 인한 연간 방사능 배출량은 표 11.2-1에 기술되어 있다.

액체유출물 배출로 인한 연평균 방사능 배출량을 평가하기 위하여 NUREG-0017(참고문헌 1)의 평가방법론을 적용한다. 액체방사성폐기물관리계통에 유입되는 방사성폐액의 발생원, 예상 유입량 및 방사능준위와 NUREG-0017 계산모델을 위한 설계변수 및 가정사항은 표 11.1-1, 표 11.2-2 및 표 11.2-3에 각각 기술되어 있으며 PWR-GALE 전산프로그램에 사용된 변수값은 표 11.2-4에 제시되어 있다. 액체유출물의 배출량을 평가하기 위한 모델의 개략도는 그림 11.2-2에 나타나 있다.

| 2

11.2.6.1 배출지점

액체방사성폐기물관리계통으로부터 배출되는 모든 방사성폐액은 공동배수모관을 통하여 배출된다. 액체방사성폐액의 유일한 배출지점은 수중배수터널이다. 모든 액체유출물은 희석 및 배출되기 전에 감시된다. 액체유출물 방사선감시기에 대한 경보치 설정은 11.5절에 기술된다. 액체유출물과 희석수는 각 배출지점의 상류에서 두 유체를 혼합하여 배출하기 전에 완전히 혼합되도록 한다.

11.2.6.2 희석인자

처리된 액체방사성폐기물은 일괄처리방식으로 배출되며, 희석수는 1차측기기냉각해수와 순환수를 사용한다. 액체방사성폐기물에 의한 방사선량 평가 및 배출농도 평가에 사용되는 액체방사성폐기물 배출지점에서의 평균 희석유량은 $66.95 \text{ m}^3/\text{sec}$ (1,061,200 gpm)로 가정한다. 희석유량의 발생원은 다음과 같다.

| 2

가. 1차측기기냉각해수 펌프 유량

나. 순환수 펌프 유량

배출지점은 희석수를 취수하는 지점의 물과 배출된 액체유출물이 혼합될 가능성이 없는 곳에 위치하도록 한다.

액체유출물의 배출률은 가용한 희석수 및 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준농도를 고려하여 결정한다.

| 2

11.2.6.3 예상피폭선량

액체유출물 배출로 인해 소외에서 일반인이 받는 피폭선량 및 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 선량제한치가 표 11.2-5에 기술되어 있다. 선량 계산에는 규제지침서 1.109의 평가식 및 ICRP-60(참고문헌 5, 6)에 근거한 선량환산인자가 적용된다.

| 2

11.2.7 정상운전시 액체유출물의 방사능농도

액체방사성폐기물관리계통은 액체방사성폐기물을 환경으로 배출하기 전에 처리하는 설비이다. 액체방사성폐기물은 비방사성 유체와의 혼합 및 오염 가능성을 최소화하기 위하여 특성에 따라 각각 분리시킨다. 처리된 액체방사성폐기물은 감시탱크에서 배출하기 전에 시료채취하며 유출물관리를 위하여 배수관에 방사선감시기를 설치한다. 예상운전과도를 포함한 정상운전시 소외로 배출되는 액체유출물로 인해 제한구역경계에서의 방사능농도가 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준농도 이하임을 입증하기 위하여 1% 핵연료결함률에 근거한 방사선원을 사용하여 비교 분석한다.

2

11.2.7.1 영향분석 및 결과

가. 기본사항

제한구역경계에서 액체유출물의 방사능농도는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준농도와 비교하여 기준치의 만족여부를 확인한다. 액체유출물의 방사능농도를 평가하기 위한 기본사항은 다음과 같다.

2

- 1) 액체방사성폐기물관리계통은 1% 핵연료결함률기준 원자로냉각재 방사선원에 근거한 방사능농도를 함유한 액체방사성폐기물을 처리한 후 일괄처리 방식에 의해 주기적으로 액체유출물을 배출한다.
- 2) 액체유출물의 연평균 방사능농도는 1% 핵연료결함률에 근거한 설계기준 방사선원을 기준으로 계산된다.
- 3) 원자로냉각재계통은 정상운전 동안 화학 및 체적제어계통에 의해 연속탈기 운전된다고 가정한다. 1% 핵연료결함률기준 원자로냉각재의 평형방사능농도는 DAMSAM 전산프로그램 등을 사용하여 계산하며 표 11.1-2에 기술된다.
- 4) 제한구역경계에서의 평균희석유량은 11.2.6절에 기술된 값을 사용한다. 연간 희석수 총량은 평균희석유량률에 연간 시간을 곱하여 계산한다.
- 5) 표 11.2-2에 기술된 연간 총액체유출물 방사능배출량에 각 핵종에 대한 증배계수를 곱한다. 증배계수는 각 핵종에 대해 DAMSAM 전산프로그램 등을 이용하여 계산된 1% 핵연료결함률 기준 원자로냉각재 평형방사능

도를 표 11.1-9에 기술된 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 원자로냉각재 방사능농도로 나누어 줌으로서 계산된다.

- 6) 보수적인 계산을 하기 위해 복수탈염수지는 모두 재생된다고 가정한다. 세척수는 계산에서 별도로 고려하지 않는다.

나. 계산방법

제한구역경계에서 액체유출물의 방사능농도를 계산하기 위해 DAMSAM 전산 프로그램 등을 이용하여 계산한 방사선원을 사용한다. DAMSAM 전산프로그램은 SRP 11.2절에 따라 1% 핵연료결함률기준 연속탈기운전을 가정한 원자로냉각재의 평형 방사능농도를 계산하기 위하여 사용된다. 계산된 1% 핵연료결함률기준 원자로냉각재 평형방사능농도는 각 핵종에 대한 증배계수를 얻기 위해 ANSI/ANS 18.1을 사용하여 계산한 원자로냉각재 방사능농도로 나누어 준다. 제한구역경계에서 액체유출물의 방사능농도는 PWR-GALE에 의해 계산된 액체유출물 배출로 인한 연간 총방사능 배출량(Bq/yr)에 증배계수를 곱한 후 희석수유량으로 나누어 주어 계산한다. 계산된 액체유출물 방사능농도는 규제치 만족여부를 판단하기 위하여 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준농도와 비교된다.

2

제한구역경계에서 연평균 액체유출물의 방사능농도를 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$C(i) = \frac{R(i) \times MF(i)}{F_{dil} \times CF}$$

여기서,

$C(i)$: 제한구역경계에서 핵종 i 에 대한 방사능농도(Bq/ml)

$R(i)$: 핵종 i 의 연간 총방사능배출량(Bq/yr)(표 11.2-1)

$MF(i)$: 핵종 i 에 대한 증배계수

$$= \frac{RCS(i)_{DAMSAM}(\text{표 11.1-2})}{RCS(i)_{GALE}(\text{표 11.1-9})}$$

F_{dil} : 희석수 유량(cfs)

CF : 단위환산인자

$$= 1.0E+6 (cm^3 - sec - Bq / ft^3 - yr - Bq)$$

각 핵종에 대한 배출관리기준농도 대비 액체유출물의 방사능농도비는 다음과 같이 계산된다.

$$FEC(i) = \frac{C(i)}{EC(i)}$$

여기서,

$FEC(i)$: 핵종 i 의 배출관리기준농도 대비 액체유출물의 방사능농도비

$EC(i)$: 핵종 i 의 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준농도(Bq/ml)

| 2

다. 계산결과

제한구역경계에서 액체유출물의 방사능농도는 표 11.2-6에 제시되어 있으며 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준 농도를 만족한다.

| 2

11.2.8 참고문헌

1. NUREG-0017, Rev. 1, "Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors," U.S. NRC, April, 1985.
2. O. E. Ekechokwu, et. al., "Reduction of Cesium and Cobalt Activity in Liquid Radwaste Processing Using Clinoptilolite Zeolite at Duke Power Company," Proc. Waste Management '92, Tucson, Arizona, March, 1992, University of Arizona, Tucson.
3. N. P. Jacob, J. F. Kramer, "Improved PWR Waste Liquid Processing Using Zeolite and Organic Ion-Exchange Materials," EPRI NP-5991, Electric Power Research Institute, September, 1988.
4. Liquid Radioactive Waste Processing System for Light Water Reactor Plants, ANSI/ANS 55.6, 1993.
5. ICRP Publication 71, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 4, Inhalation Dose Coefficients(1995), The International Commission on Radiological Protection.
6. ICRP Publication 72, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5, Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients(1995), The International Commission on Radiological Protection.

7. Regulatory Guide 1.143, Rev. 2, “Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants”, U.S. NRC, November 2001.
8. Standard Review Plan, Ch.11.2, Liquid Waste Management System and ch.11.5 Process and Effluent Radiological Monitoring Instrumentation and Sampling system, Rev. 2, 1981.
9. 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준). | 2
10. ANSI/ANS 18.1 “Radioactive Source Term for Normal Operation of Light-Water Reactors”, American Nuclear Society, 1984.

표 11.2-1 (2 중 1)

연간 액체 방사성물질 배출량(Bq/yr)

핵종	일차계통	액체방사성	증기발생기	터빈건물	조정값 ¹⁾	세탁폐액	총방사능량 ²⁾
	유출폐액	폐기물	취출폐액	배수			
Na-24	2.90E+03	1.28E+07	2.56E+08	3.36E+06	3.20E+08	0.00E+00	3.18E+08
P-32	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.66E+06	6.66E+06
Cr-51	1.10E+05	4.88E+06	2.22E+08	4.55E+05	2.68E+08	1.74E+08	4.44E+08
Mn-54	2.29E+05	2.68E+06	1.23E+08	2.30E+05	1.48E+08	1.41E+08	2.89E+08
Fe-55	1.98E+05	2.02E+06	9.32E+07	1.74E+05	1.12E+08	2.66E+08	3.70E+08
Fe-59	1.68E+04	4.85E+05	2.14E+07	4.22E+04	2.58E+07	8.14E+07	1.07E+08
Co-58	3.67E+05	7.55E+06	3.47E+08	6.70E+05	4.18E+08	2.92E+08	7.03E+08
Co-60	9.03E+04	8.92E+05	4.18E+07	7.81E+04	5.07E+07	5.18E+08	5.55E+08
Ni-63	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	6.29E+07	6.29E+07
Zn-65	6.96E+04	8.55E+05	3.96E+07	7.44E+04	4.77E+07	0.00E+00	4.81E+07
W-187	6.51E+02	1.10E+06	2.49E+07	2.28E+05	3.08E+07	0.00E+00	3.07E+07
Np-239	3.50E+03	1.86E+06	5.55E+07	2.60E+05	6.81E+07	0.00E+00	6.66E+07
Br-84	0.00E+00	1.73E+03	1.14E+06	1.12E+02	1.34E+06	0.00E+00	1.33E+06
Rb-88	0.00E+00	1.67E+03	8.81E+05	8.40E-01	1.04E+06	0.00E+00	1.04E+06
Sr-89	8.84E+03	2.28E+05	1.02E+07	2.01E+04	1.24E+07	3.26E+06	1.55E+07
Sr-90	2.10E+03	2.02E+04	9.36E+05	1.74E+03	1.13E+06	4.81E+05	1.59E+06
Y-90	2.10E+03	9.14E+03	5.55E+05	1.09E+02	6.66E+05	0.00E+00	6.66E+05
Sr-91	9.10E+00	1.54E+05	2.90E+06	5.07E+04	3.65E+06	0.00E+00	3.66E+06
Y-91m	5.88E+00	9.92E+04	1.73E+06	3.24E+04	2.19E+06	0.00E+00	2.18E+06
Y-91	8.14E+02	1.82E+04	6.44E+05	9.10E+02	7.81E+05	3.11E+06	4.07E+06
Y-93	5.18E+01	7.18E+05	1.32E+07	2.24E+05	1.67E+07	0.00E+00	1.67E+07
Zr-95	2.92E+04	6.40E+05	2.91E+07	5.62E+04	3.51E+07	4.07E+07	7.40E+07
Nb-95	3.81E+04	4.81E+05	2.15E+07	3.89E+04	2.60E+07	7.03E+07	9.62E+07
Mo-99	1.35E+04	5.96E+06	1.90E+08	7.88E+05	2.31E+08	2.22E+06	2.33E+08
Tc-99m	1.29E+04	5.74E+06	1.72E+08	4.96E+05	2.09E+08	0.00E+00	2.11E+08
Ru-103	3.74E+05	1.21E+07	5.48E+08	1.09E+06	6.59E+08	1.07E+07	6.66E+08
Rh-103m	3.74E+05	1.21E+07	5.48E+08	1.08E+06	6.59E+08	0.00E+00	6.66E+08
Ru-106	1.33E+07	1.51E+08	6.99E+09	1.31E+07	8.44E+09	3.29E+08	8.88E+09
Rh-106	1.33E+07	1.51E+08	6.99E+09	1.31E+07	8.44E+09	0.00E+00	8.51E+09
Ag-110m	1.79E+05	2.18E+06	9.99E+07	1.88E+05	1.20E+08	4.44E+07	1.67E+08
Ag-110	2.32E+04	2.83E+05	1.30E+07	2.44E+04	1.57E+07	0.00E+00	1.55E+07

표 11.2-1 (2 중 2)

핵종	일차계통 유출폐액	액체방사성 폐기물	증기발생기 취출폐액	터빈건물 배수	조정값 ¹⁾	세탁폐액	총방사능량 ²⁾
Sb-124	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.59E+07	1.59E+07
Te-129m	8.25E+03	3.03E+05	1.36E+07	2.73E+04	1.64E+07	0.00E+00	1.63E+07
Te-129	5.29E+03	2.61E+05	1.08E+07	2.95E+04	1.30E+07	0.00E+00	1.30E+07
Te-131m	6.85E+02	8.10E+05	1.97E+07	1.49E+05	2.43E+07	0.00E+00	2.44E+07
Te-131	1.25E+02	1.48E+05	3.63E+06	2.73E+04	4.48E+06	0.00E+00	4.44E+06
I-131	4.00E+05	6.11E+07	6.11E+09	8.03E+06	7.25E+09	5.92E+07	7.40E+09
Te-132	4.55E+03	1.70E+06	5.59E+07	2.12E+05	6.81E+07	0.00E+00	6.66E+07
I-132	4.70E+03	5.18E+06	2.68E+08	2.20E+06	3.23E+08	0.00E+00	3.22E+08
I-133	2.52E+04	5.44E+07	3.28E+09	1.72E+07	3.96E+09	0.00E+00	4.07E+09
I-134	1.13E-15	3.77E+05	6.11E+07	8.21E+04	7.25E+07	0.00E+00	7.40E+07
Cs-134	6.07E+07	6.51E+07	5.14E+08	1.28E+06	7.55E+08	4.07E+08	1.15E+09
I-135	2.81E+02	2.56E+07	1.37E+09	1.47E+07	1.66E+09	0.00E+00	1.67E+09
Cs-136	7.14E+05	6.88E+06	4.92E+07	1.50E+05	6.73E+07	1.37E+07	8.14E+07
Cs-137	8.70E+07	8.66E+07	6.88E+08	1.71E+06	1.02E+09	5.92E+08	1.59E+09
Ba-137m	8.14E+07	8.10E+07	6.44E+08	1.60E+06	9.51E+08	0.00E+00	9.62E+08
Ba-140	2.00E+05	1.89E+07	7.88E+08	1.79E+06	9.51E+08	3.37E+07	9.99E+08
La-140	2.39E+05	2.85E+07	1.05E+09	2.91E+06	1.27E+09	0.00E+00	1.26E+09
Ce-141	6.22E+03	2.39E+05	1.06E+07	2.14E+04	1.28E+07	8.51E+06	2.15E+07
Ce-143	1.59E+03	1.64E+06	4.03E+07	2.83E+05	4.96E+07	0.00E+00	4.81E+07
Pr-143	4.88E+03	2.67E+05	1.12E+07	3.77E+03	1.35E+07	0.00E+00	1.37E+07
Ce-144	5.51E+05	6.51E+06	3.02E+08	5.66E+05	3.64E+08	1.44E+08	5.18E+08
Pr-144	5.51E+05	6.55E+06	3.02E+08	5.66E+05	3.64E+08	0.00E+00	3.63E+08
기타	5.85E+02	4.63E+03	2.91E+05	5.18E+01	3.44E+05	0.00E+00	3.44E+05
계 (H-3제외)	2.60E+08	8.29E+08	3.24E+10	8.92E+07	3.96E+10	3.32E+09	4.44E+10

2

1) 예상치 못한 운전사건으로 인한 연간 방사능배출량(5.92×10^9 Bq/yr)을 고려하기 위해
조정된 값. NUREG-0017 2.2.23절 참조.

2) 조정값과 세탁폐액을 합한 총방사능량

표 11.2-2

액체방사성폐기물관리계통 폐기물 유입량 및 처리

	유량 L/day(gpd)	방사능 분율	수집탱크	수집시간 (일)	처리시간 (일)	유효 제염계수			배출률
						요오드	Cs, Rb	기타	
화학제어제 방출	2,289.61(604.85)	1.00	수용탱크	185.67 ¹⁾	2.33 ²⁾	1.0E5	4.0E3	1.0E5	1.0
기기배수	941.62(248.75)								
폐액	194.00(51.25)	1.00	수용탱크	185.67 ¹⁾	2.33 ²⁾	1.0E5	4.0E3	1.0E5	1.0
합계	1135.62(300)								
청정폐액	549.49(145.16)								
보조건물 기기누수	208.77(55.15)								
사용후연료저장조누수	3212.68(848.7)	0.14	기기폐액탱크	6.86 ³⁾	0.17 ³⁾	1.0E4	2.0E3	1.0E4	1.0
기타	3970.94(1049.01)								
합계	379.43(100.23)								
오염폐액	3304.93(873.07)								
원자로건물 기기누수	489.91(129.42)								
원자로건물/보조건물 바닥배수	365.25(96.49)	0.084	화학폐액탱크 ⁴⁾	3.33 ⁵⁾	0.14 ⁶⁾	1.0E4	2.0E3	1.0E4	1.0
복합건물 바닥배수	15.14(4)								
복합건물 1차시료배수 폐수지	944.95(249.63)								
장기저장탱크	1292.04(341.32)								
기기제염폐액	6822.05(1802.19)								
복합건물 세탁배수 인체제염폐액	391,064.9	-	-	-	-	1.0E2	1.0E1	1.0E2	0.1
합계	(103,308.4 ⁷⁾)								
증기발생기 취출수	189,271	9)	복수탈염계통	0.00	0.00	1.0E0	1.0E0	1.0E0	1.0
재생 폐액 ⁸⁾	(50,000)		집수정						

1) 수용탱크 용량의 40 %[0.4×1.590E+6 L(420,000 gal)]와 화학제어제방출률 및 기기배수폐액 유입량 기준

2) 수용탱크 용량의 40 %[0.4×1.590E+6 L(420,000 gal)]와 설계유량률 189.3 L/min(50 gpm) 기준

3) 기기폐액탱크 용량의 40 %[0.4×6.814E+4×2 L(18,000×2 gal)]와 설계유량률 227.1 L/min(60 gpm) 기준

4) 보수적 방출량 평가를 위해 모든 오염폐액은 화학폐액탱크로 수집됨을 가정

5) 화학폐액탱크 용량의 40 %[0.4×5.678E+4×2 L(15,000×2 gal)] 기준

6) 화학폐액탱크 용량의 40 %[0.4×5.678E+4×2 L(15,000×2 gal)]와 설계유량률 227.1 L/min(60 gpm) 기준

7) 취출계통에 의해 처리되고 복수계통에 재순환되는 취출수 총량

8) 재생폐액은 처리과정 없이 수집되고 방출된다.

9) PWR-GALE은 재생폐액의 방사능을 계산한다.

표 11.2-3

화학 및 체적제어계통과 액체방사성 폐기물관리계통 기기에 대한 제염계수¹⁾

<u>기기</u>	<u>요오드</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타 핵종</u>	
화학 및 체적제어계통 정화이온교환기 ²⁾	100	2	50	
수용전 이온교환기	10	2	10	
액체방사성 폐기물관리계통 역삼투압설비	10	10	10	
액체방사성 폐기물관리계통 양이온교환기	1	10	10	
액체방사성 폐기물관리계통 혼합이온교환기	100	2	100	
액체방사성 폐기물관리계통 혼합이온교환기	10	10	10 ³⁾	2

- 1) 제염계수는 NUREG-0017의 표 1-4에 근거하며, 표 11.2-9에 제시된 역삼투압설비로 유입되는 액체의 예상 방사능농도에서 요구되는 설계기준값이다.
- 2) 정화이온교환기에 대한 제염계수는 원자로냉각재에 대한 방사능을 계산할 경우에만 적용하며, 배출하기 전 화학제어제 정화시에는 적용하지 않는다.
- 3) 예상배출량, 액체배출물 방사능 농도, 연간 개인선량 평가시에는 고려하지 않음.

| 2

표 11.2-4 (4 중 1)

PWR-GALE 전산프로그램에 사용된 변수값

1) 원자로형	PWR
2) 열출력(MWt)	4,063.0
3) 1차측 계통의 냉각재량, kg(10^3 lb)	300,000(661.3)
4) 1차측 냉각재 유출률, L/min(gpm)	302.83(80.0)
5) 양이온탈염기를 통한 유출률, L/min	0.0
6) 증기발생기의 대수	2
7) 총 주증기 유량, 10^6 kg/hr(10^6 lb/hr)	8.15(17.96)
8) 각 증기발생기 내 급수량, 10^3 kg(10^3 lb)	98.93(218.10)
9) 증기발생기 취출률, 10^3 kg/hr(10^3 lb/hr) (증기발생기로부터 취출된 2차측 냉각재는 취출계통에서 처리된 후 급수계통으로 재유입 됨)	16.29(35.91)
10) 복수탈염기의 재생시간(days)	8.4
11) 급수 중 복수탈염기를 통하는 분율	0.1084
12) 화학제어제(shim bleed) 배출률, L/day(gpd)	2,289.61(604.85)
13) 화학제어제(shim bleed) 배출계통의 제염계수 요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	
14) 화학제어제(shim bleed) 배출계통 - 수집시간(days)	185.67
처리시간(days)	2.33
방류율	1.0

2

표 11.2-4 (4 중 2)

15) 기기배수량, L/day(gpd)	1135.62(300.0)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	1.00
16) 기기배수 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^5 , 세슘 : 4×10^3 , 기타 핵종 : 10^5	
17) 기기배수 - 수집시간(days)	185.67
처리시간(days)	2.33
방류율	1.0
18) 청정폐기물 유입량, L/day(gpd)	3,970.94(1049.01)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.14
19) 청정폐기물 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4	
20) 청정폐기물 - 수집시간(days)	6.86
처리시간(days)	0.17
방류율	1.0
21) 오염폐기물 유입량, L/day(gpd)	6,822.03(1802.19)
1차측 냉각재 방사능농도와의 비	0.084
22) 오염폐기물 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^4 , 세슘 : 2×10^3 , 기타 핵종 : 10^4	
23) 오염폐기물 - 수집시간(days)	3.33
처리시간(days)	0.14
방류율	1.0
24) 취출수중 처리되는 비율	1.0
25) 취출수 처리에 대한 제염계수	
요오드 : 10^2 , 세슘 : 10, 기타 핵종 : 10^2	

표 11.2-4 (4 중 3)

26) 취출수 - 수집시간(days)	0.0
처리시간(days)	0.0
방류율	0.1
27) 복수탈염기 재생수 유량, L/day(10^3 gpd)	189,271(50)
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	
31) Xe 핵종에 대한 지연시간(days)	45.0
32) Kr 핵종에 대한 지연시간(days)	3.5
33) 기체붕괴탱크의 수집시간(days)	0.0
34) 기체방사성폐기물계통 고효율입자여과기(HEPA)의 효율	0.99
35) 핵연료취급지역배기계통 고효율입자여과기(HEPA)의 효율	0.99
36) 보조건물 및 복합건물 배기계통의 여과기 효율 고효율입자여과기(HEPA) 효율 : 0.99, 활성탄흡착기 효율 : 0.90	
37) 원자로건물 자유체적, 10^4 m^3 (10^6 ft^3)	8.778(3.1)
38) 원자로건물 대기 정화율	0.0
39) 대용량 배기빈도(number/yr)	2.0

2

표 11.2-4 (4 중 4)

40) 연속적인 소용량 배기시 활성탄흡착기와 고효율입자여과기(HEPA)를 사용하며
배기율은 $42.48 \text{ m}^3/\text{min}(1,500 \text{ scfm})$ 임

활성탄흡착기 효율 : 0.90, 고효율입자여과기 효율 : 0.99

41) 2차측 냉각재 취출탱크 배기로 인해 배출되는 요오드 분율 0.0

42) 복수기진공계통에 의해 제거되는 요오드 분율 0.0

43) 세제폐액 처리에 대한 제염계수의 역수 1.0

2

11.2-26A

Intentionally Blank

표 11.2-5

액체방사성물질 배출로 인한 연간 개인 선량

	연간 선량 (mSv/yr)	선량제한치 ¹⁾ (mSv/yr)	
유효선량 ²⁾	2.53E-03	0.03	2
인체장기 등가선량 ³⁾	2.78E-02	0.1	2

1) 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)

2) 어린이(1세)에 대한 유효선량으로 액체유출물로 인한 피폭경로에는 물고기 섭취, 음용수 섭취, 해안의 침전물로 인한 외부피폭을 포함함.

3) 어린이(1세)의 갑상선 등가선량임.

표 11.2-6 (2 중 1)

설계기준 연평균 액체배출물 방사능농도

핵종	배출량 (TBq/yr)	설계기준 방사능농도 (Bq/ml)	배출물관리 기준 농도 (Bq/ml)	농도비
Na-24	3.18E-04	1.51E-07	2.00E+00	7.54E-08
P-32	6.66E-06	3.15E-09	3.00E-01	1.05E-08
Cr-51	4.44E-04	9.10E-07	2.00E+01	4.55E-08
Mn-54	2.89E-04	1.37E-07	1.00E+00	1.37E-07
Fe-55	3.70E-04	1.75E-07	2.00E+00	8.76E-08
Fe-59	1.07E-04	5.08E-08	4.00E-01	1.27E-07
Co-58	7.03E-04	3.33E-07	9.00E-01	3.70E-07
Co-60	5.55E-04	2.63E-07	2.00E-01	1.31E-06
Ni-63	6.29E-05	2.98E-08	5.00E+00	5.96E-09
Zn-65	4.81E-05	2.28E-08	2.00E-01	1.14E-07
W-187	3.07E-05	1.45E-08	1.00E+00	1.45E-08
Np-239	6.66E-05	3.15E-08	9.00E-01	3.50E-08
Br-84	1.33E-06	8.27E-10	8.00E+00	1.03E-10
Rb-88	1.04E-06	5.19E-09	8.00E+00	6.48E-10
Sr-89	1.55E-05	1.67E-07	3.00E-01	5.56E-07
Sr-90	1.59E-06	1.36E-08	2.00E-02	6.79E-07
Y-90	6.66E-07	3.15E-10	3.00E-01	1.05E-09
Sr-91	3.63E-06	8.90E-09	1.00E+00	8.90E-09
Y-91m	2.18E-06	6.72E-09	6.00E+01	1.12E-10
Y-91	4.07E-06	1.71E-07	3.00E-01	5.71E-07
Y-93	1.67E-05	7.89E-09	6.00E-01	1.31E-08
Zr-95	7.40E-05	5.27E-08	8.00E-01	6.59E-08
Nb-95	9.62E-05	8.12E-08	1.00E+00	8.12E-08
Mo-99	2.33E-04	4.75E-06	9.00E-01	5.27E-06
Tc-99m	2.07E-04	3.64E-06	3.00E+01	1.21E-07
Ru-103	6.66E-04	3.15E-07	9.00E-01	3.50E-07
Rh-103m	6.66E-04	3.15E-07	2.00E+02	1.58E-09
Ru-106	8.88E-03	4.21E-06	1.00E-01	4.21E-05
Rh-106	8.51E-03	4.03E-06	-	-
Ag-110m	1.67E-04	7.89E-08	2.00E-01	3.94E-07

2

표 11.2-6 (2 중 2)

핵종	배출량 (TBq/yr)	설계기준 방사능농도 (Bq/ml)	배출물관리 기준 농도 (Bq/ml)	농도비
Ag-110	1.55E-05	7.36E-09	-	-
Sb-124	1.59E-05	7.54E-09	3.00E-01	2.51E-08
Te-129m	1.63E-05	2.35E-07	2.00E-01	1.17E-06
Te-129	1.30E-05	1.73E-09	1.00E+01	1.73E-10
Te-131m	2.41E-05	2.12E-07	4.00E-01	5.30E-07
Te-131	4.44E-06	3.28E-09	8.00E+00	4.10E-10
I-131	7.40E-03	1.90E-04	3.00E-02	6.34E-03
Te-132	6.66E-05	3.58E-06	2.00E-01	1.79E-05
I-132	3.22E-04	5.14E-07	2.00E+00	2.57E-07
I-133	4.07E-03	4.89E-05	2.00E-01	2.45E-04
I-134	7.40E-05	4.63E-08	6.00E+00	7.72E-09
Cs-134	1.15E-03	2.41E-05	4.00E-02	6.03E-04
I-135	1.67E-03	6.13E-06	7.00E-01	8.75E-06
Cs-136	8.14E-05	1.89E-06	2.00E-01	9.46E-06
Cs-137	1.59E-03	2.91E-05	5.00E-02	5.82E-04
Ba-137m	9.62E-04	4.56E-07	-	-
Ba-140	9.99E-04	4.73E-07	3.00E-01	1.58E-06
La-140	1.26E-03	5.96E-07	3.00E-01	1.99E-06
Ce-141	2.11E-05	9.99E-09	1.00E+00	9.99E-09
Ce-143	4.81E-05	2.28E-08	6.00E-01	3.80E-08
Pr-143	1.33E-05	6.31E-09	6.00E-01	1.05E-08
Ce-144	5.18E-04	2.45E-07	1.00E-01	2.45E-06
Pr-144	3.63E-04	1.72E-07	1.00E+01	1.72E-08
H-3	5.40E+01	8.98E-02	4.00E+01	2.25E-03
계	5.41E+01	9.01E-02		1.01E-02

2

표 11.2-7 (7 중 1)

액체방사성폐기물관리계통 기기 목록

탱크	
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	바닥배수탱크 2대 각 68,137(18,000) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	기기폐액탱크 2대 각 68,137(18,000) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	화학폐액탱크 2대 각 56,781(15,000) 대기압/93.3(대기압/200) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	보조폐액탱크 1대 75,708(20,000) 대기압/93.3(대기압/200) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	감시탱크 2대 각 124,919(33,000) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 2)

탱크(계속)	
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	황산저장탱크 1대 1,703(450) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	황산뱃치탱크 1대 189(50) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 인콜로이 825 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	가성소다저장탱크 1대 1,703(450) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	밀봉수저장탱크 1대 1,741(460) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/40.0(대기압/104) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 3)

탱크(계속)	
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	가성소다벧치탱크 1대 189(50) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	화학물질첨가탱크 1대 416(110) 대기압/65.6(대기압/150) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 수량(양호기) 설계용량, L(gal) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	방사성세탁계통 배수탱크 2대 각 22,712(6,000) 대기압/93.3(대기압/200) 대기압/48.9(대기압/120) 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 4)

펌프	
<p>기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급</p>	<p>바닥배수펌프 수평원심형 100 % 용량 2대 각 568(150) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급</p>	<p>기기폐액펌프 수평원심형 100 % 용량 2대 각 568(150) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급</p>	<p>화학폐액펌프 수평원심형 100 % 용량 2대 각 416(110) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급</p>	<p>감시탱크펌프 수평원심형 100 % 용량 2대 각 1,060(280) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 5)

펌프(계속)	
<p>기기 명</p> <p>형식</p> <p>수량(양호기)</p> <p>용량, L/min(gpm)</p> <p>설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>밀봉수 펌프</p> <p>수평원심형</p> <p>100 % 용량 2대</p> <p>각 227(60)</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>스테인리스강</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명</p> <p>형식</p> <p>수량(양호기)</p> <p>용량, L/min(gpm)</p> <p>설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>황산뱃치펌프</p> <p>모노형</p> <p>1대</p> <p>19(5)</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>인콜로이 825</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명</p> <p>형식</p> <p>수량(양호기)</p> <p>용량, L/min(gpm)</p> <p>설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>가성소다뱃치펌프</p> <p>모노형</p> <p>1대</p> <p>19(5)</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>스테인리스강</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 6)

펌프(계속)	
기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	화학물질첨가펌프 모노형 1대 38(10) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공
기기 명 형식 수량(양호기) 용량, L/min(gpm) 설계압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 운전압력/온도, kg/cm ² /°C (psig/°F) 재질 방사선 안전등급	방사성세탁계통 배수탱크펌프 수평원심형 100 % 용량 2대 568(150) 최종안전성분석보고서에서 제공 최종안전성분석보고서에서 제공 스테인리스강 최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-7 (7 중 7)

기타	
<p>기기 명</p> <p>수량(양호기)</p> <p>설계용량, L/min(gpm)</p> <p>설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>방사성세탁계통 배수여과기</p> <p>1</p> <p>189(50)</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>스테인리스강</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명</p> <p>수량(양호기)</p> <p>설계용량, L/min(gpm)</p> <p>설계처리유량률, L/min(gpm)</p> <p>설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>운전압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F)</p> <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>역삼투압설비 패키지</p> <p>100 % 용량 2 계열</p> <p>227(60)</p> <p>227(60)</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p> <p>스테인리스강</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>
<p>기기 명</p> <p>수량(양호기)</p> <p>형식</p> <p><u>튜브 측</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 설계용량, L/min(gpm) - 열전달률, kcal/h(Btu/hr) - 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) - 최대 온도(입구/출구), °C(°F) <p><u>관 측</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 설계용량, L/min(gpm) - 열전달률, kcal/h(Btu/hr) - 설계압력/온도, kg/cm²/°C (psig/°F) - 최대 온도(입구/출구), °C(°F) <p>재질</p> <p>방사선 안전등급</p>	<p>밀봉수 열교환기</p> <p>1대</p> <p>관 및 튜브</p> <p>227(60)</p> <p>2.5×10⁴(1.0×10⁵)</p> <p>10.55/93.3(150/200)</p> <p>40.56/38.7(105/101.7)</p> <p>369.1(97.5)</p> <p>2.5×10⁴(1.0×10⁵)</p> <p>14.1/93.3(200/200)</p> <p>35/36.2(95/97.1)</p> <p>스테인리스강</p> <p>최종안전성분석보고서에서 제공</p>

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.2-8

액체방사성폐기물관리계통 기기 규격

기기	설계 및 제작	재질	용접사 인증 및 절차	검사 및 시험
탱크, 대기압 또는 0~15 psig(철강)	KEPIC MGD (해외구매 품목은 API 650)(대기압), API 620(0-15 psig)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGD (해외구매 품목은 API 650(대기압), API 620(0-15 psig))
압력용기	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)
펌프	제작자 표준 ¹⁾	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGF (해외구매 품목은 Hydraulic Institute)
배관 및 밸브	ASME B31.3	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	ASME B31.3
이온교환기	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)
여과기	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1)
열교환기	KEPIC MGB 및 MGC (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1 및 TEMA)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB 및 MGC (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII, Div. 1 및 TEMA)

1) 수압시험은 설계압력의 1.5배 이다.

표 11.2-9

액체방사성폐기물탱크 과충수 방지 설계기준

방사성폐기물탱크	수위 감시 위치	탱크 과충수 경보 위치	탱크 과충수 수용 방법
기기폐액탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	탱크 과충수시 폐기물은 대기하고 있는 탱크로 이송되며, 최종적으로 복합건물 배수조로 이송된다.
바닥배수탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	상 동
화학폐액탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	상 동
보조폐액탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	탱크 넘침은 복합건물 배수조로 이송된다.
감시탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	상 동
밀봉수저장탱크	복합건물제어실	복합건물제어실	최종적인 넘침수는 복합건물 바닥배수조로 이송된다.
방사성세탁계통 배수탱크	방사성세탁계통 현장제어반	방사성세탁계통 현장제어반	탱크 넘침은 보조탱크로 이송되며, 최종적으로 복합건물 바닥배수조로 이송된다.

표 11.2-10 (12 중 1)

액체방사성폐기물관리계통 방사선원

1. 액체방사성폐기물관리계통 내 설계기준 방사능농도(Bq/ml)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	탈염기 유출	감시탱크 유출
Na-24	2.09E+02	2.09E+01	2.09E-03	1.77E-03
Cr-51	7.57E+01	7.57E+00	7.57E-04	7.94E-04
Mn-54	8.91E+00	8.91E-01	8.91E-05	9.39E-05
Fe-55	6.68E+00	6.68E-01	6.68E-05	7.04E-05
Co-58	2.55E+01	2.55E+00	2.55E-04	2.69E-04
Fe-59	1.67E+00	1.67E-01	1.67E-05	1.75E-05
Co-60	2.95E+00	2.95E-01	2.95E-05	3.11E-05
Zn-65	2.84E+00	2.84E-01	2.84E-05	2.99E-05
Br-84	1.48E+01	1.48E+00	1.48E-03	1.19E-04
Rb-88	8.30E+02	8.30E+01	4.15E-01	1.87E-02
Sr-89	1.84E+01	1.84E+00	1.84E-04	1.93E-04
Y-89m	1.83E-03	1.83E-04	1.83E-08	1.93E-08
Sr-90	9.28E-01	9.28E-02	9.28E-06	9.79E-06
Y-90	4.77E-02	4.77E-03	4.77E-07	9.79E-07
Sr-91	2.02E+01	2.02E+00	2.02E-04	1.52E-04
Y-91m	1.26E+01	1.26E+00	1.26E-04	9.72E-05
Y-91	2.69E+00	2.69E-01	2.69E-05	2.87E-05
Y-93	4.90E-01	4.90E-02	4.90E-06	3.75E-06
Zr-93	1.29E-10	1.29E-11	1.29E-15	2.46E-15
Nb-93m	3.57E-15	3.57E-16	3.57E-20	3.77E-20
Zr-95	4.22E+00	4.22E-01	4.22E-05	4.44E-05
Nb-95m	3.13E-03	3.13E-04	3.13E-08	6.52E-08
Nb-95	2.86E+00	2.86E-01	2.86E-05	3.02E-05
Mo-99	1.51E+03	1.51E+02	1.51E-02	1.51E-02
Tc-99m	1.06E+03	1.06E+02	1.06E-02	1.21E-02
Tc-99	2.34E-06	2.34E-07	2.34E-11	5.06E-11
Ru-103	9.78E-01	9.78E-02	9.78E-06	1.03E-05
Rh-103m	7.68E-01	7.68E-02	7.68E-06	9.98E-06
Ru-106	3.94E-01	3.94E-02	3.94E-06	4.15E-06
Rh-106	3.93E-01	3.93E-02	3.93E-06	4.15E-06

2

표 11.2-10 (12 중 2)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	탈염기 유출	감시탱크 유출
Ag-110m	7.24E+00	7.24E-01	7.24E-05	7.63E-05
Ag-110	9.39E-02	9.39E-03	9.39E-07	9.92E-07
Te-129m	3.35E+01	3.35E+00	3.35E-04	3.51E-04
Te-129	2.50E+01	2.50E+00	2.50E-04	2.31E-04
I-129	8.61E-10	8.61E-11	8.61E-14	9.92E-14
Te-131m	1.42E+02	1.42E+01	1.42E-03	1.34E-03
Te-131	2.96E+01	2.96E+00	2.96E-04	2.47E-04
I-131	1.37E+04	1.37E+03	1.37E+00	1.42E+00
Te-132	1.06E+03	1.06E+02	1.06E-02	1.07E-02
I-132	2.14E+03	2.14E+02	2.14E-01	7.87E-02
I-133	1.71E+04	1.71E+03	1.71E+00	1.54E+00
I-134	4.73E+02	4.73E+01	4.73E-02	6.24E-03
Cs-134	1.55E+03	1.55E+02	7.73E-01	8.15E-01
I-135	7.44E+03	7.44E+02	7.44E-01	4.90E-01
Cs-136	2.61E+02	2.61E+01	1.31E-01	1.36E-01
Cs-137	2.00E+03	2.00E+02	9.98E-01	1.05E+00
Ba-137m	1.87E+03	1.87E+02	1.87E-02	9.78E-01
Ba-140	2.22E+01	2.22E+00	2.22E-04	2.32E-04
La-140	8.73E+00	8.73E-01	8.73E-05	1.04E-04
Ce-141	8.43E-01	8.43E-02	8.43E-06	8.85E-06
Ce-143	2.14E+00	2.14E-01	2.14E-05	2.03E-05
Pr-143	2.25E-02	2.25E-03	2.25E-07	4.56E-07
Ce-144	2.29E+00	2.29E-01	2.29E-05	2.41E-05
Pr-144	2.11E+00	2.11E-01	2.11E-05	2.41E-05
W-187	1.20E+01	1.20E+00	1.20E-04	1.10E-04
Np-239	1.15E+01	1.15E+00	1.15E-04	1.14E-04

2

표 11.2-10 (12 중 3)

2. 액체방사성폐기물관리계통 탱크 내 설계기준 방사능농도(Bq/ml)

핵종	기기폐액탱크	바닥배수탱크	화학폐액탱크	감시탱크
BR-84	1.11E+02	1.03E+02	8.72E+00	1.48E-03
I-131	1.39E+04	1.29E+04	1.09E+03	1.37E+00
I-132	3.77E+03	3.50E+03	2.96E+02	2.14E-01
I-133	1.99E+04	1.85E+04	1.56E+03	1.71E+00
I-134	2.35E+03	2.18E+03	1.85E+02	4.73E-02
I-135	1.12E+04	1.04E+04	8.83E+02	7.44E-01
RB-88	1.05E+04	9.74E+03	8.24E+02	4.15E-01
CS-134	1.54E+03	1.43E+03	1.21E+02	7.73E-01
CS-136	2.63E+02	2.44E+02	2.07E+01	1.31E-01
CS-137	1.99E+03	1.85E+03	1.56E+02	9.98E-01
NA-24	2.56E+02	2.38E+02	2.01E+01	2.09E-03
CR-51	7.57E+01	7.03E+01	5.95E+00	7.57E-04
MN-54	8.88E+00	8.24E+00	6.97E-01	8.91E-05
FE-55	6.65E+00	6.18E+00	5.23E-01	6.68E-05
FE-59	1.67E+00	1.55E+00	1.31E-01	1.67E-05
CO-58	2.55E+01	2.37E+01	2.00E+00	2.55E-04
CO-60	2.94E+00	2.73E+00	2.31E-01	2.95E-05
ZN-65	2.83E+00	2.63E+00	2.22E-01	2.84E-05
SR-89	1.83E+01	1.70E+01	1.44E+00	1.84E-04
SR-90	9.24E-01	8.58E-01	7.26E-02	9.28E-06
SR-91	2.73E+01	2.54E+01	2.15E+00	2.02E-04
Y-91M	1.58E+01	1.47E+01	1.24E+00	1.26E-04
Y-91	2.63E+00	2.44E+00	2.07E-01	2.69E-05
Y-93	6.54E-01	6.07E-01	5.14E-02	4.90E-06
ZR-95	4.21E+00	3.91E+00	3.31E-01	4.22E-05
NB-95	2.84E+00	2.64E+00	2.23E-01	2.86E-05
MO-99	1.58E+03	1.47E+03	1.24E+02	1.51E-02

2

표 11.2-10 (12 중 4)

핵종	기기폐액탱크	바닥배수탱크	화학폐액탱크	감시탱크
TC-99M	9.09E+02	8.44E+02	7.14E+01	1.06E-02
RU-103	9.77E-01	9.07E-01	7.68E-02	9.78E-06
RU-106	3.92E-01	3.64E-01	3.08E-02	3.94E-06
AG-110M	7.21E+00	6.70E+00	5.67E-01	7.24E-05
TE-129M	3.35E+01	3.11E+01	2.63E+00	3.35E-04
TE-129	3.57E+01	3.32E+01	2.81E+00	2.50E-04
TE-131M	1.58E+02	1.47E+02	1.24E+01	1.42E-03
TE-131	6.23E+01	5.79E+01	4.90E+00	2.96E-04
TE-132	1.10E+03	1.02E+03	8.65E+01	1.06E-02
BA-137M	1.88E+03	1.74E+03	1.47E+02	1.87E-02
BA-140	2.24E+01	2.08E+01	1.76E+00	2.22E-04
LA-140	7.53E+00	6.99E+00	5.92E-01	8.73E-05
CE-141	8.43E-01	7.83E-01	6.62E-02	8.43E-06
CE-143	2.35E+00	2.18E+00	1.85E-01	2.14E-05
CE-144	2.28E+00	2.12E+00	1.79E-01	2.29E-05
W-187	1.37E+01	1.27E+01	1.07E+00	1.20E-04
NP-239	1.21E+01	1.12E+01	9.52E-01	1.15E-04
H-3	1.82E+04	1.69E+04	1.43E+03	1.89E+04

2

표 11.2-10 (12 중 5)

3. 액체방사성폐기물관리계통 기기 내 설계기준 방사선원(Bq)

핵종	역삼투압설비	양이온탈염기	혼합상탈염기 (전단)	혼합상탈염기 (후단)
Na-24	5.35E+09	5.41E+09	5.95E+08	5.41E+06
Cr-51	2.14E+09	1.72E+10	1.89E+09	1.72E+07
Mn-54	2.52E+08	2.23E+09	2.45E+08	2.23E+06
Fe-55	1.89E+08	1.68E+09	1.85E+08	1.68E+06
Co-58	7.23E+08	6.18E+09	6.80E+08	6.18E+06
Fe-59	4.72E+07	3.94E+08	4.33E+07	3.94E+05
Co-60	8.36E+07	7.45E+08	8.20E+07	7.45E+05
Zn-65	8.04E+07	7.09E+08	7.79E+07	7.09E+05
Br-84	1.05E+08	2.10E+06	1.69E+07	1.55E+05
Rb-88	3.69E+09	5.39E+08	3.52E+07	2.70E+07
Sr-89	5.19E+08	4.38E+09	4.82E+08	4.38E+06
Y-89m	5.19E+04	4.38E+05	4.82E+04	4.38E+02
Sr-90	2.63E+07	2.34E+08	2.58E+07	2.34E+05
Y-90	1.96E+06	1.48E+08	1.62E+07	1.48E+05
Sr-91	4.91E+08	3.37E+08	3.70E+07	3.37E+05
Y-91m	3.12E+08	2.16E+08	2.37E+07	2.16E+05
Y-91	7.66E+07	6.78E+08	7.46E+07	6.78E+05
Y-93	1.20E+07	8.64E+06	9.49E+05	8.64E+03
Zr-93	5.12E-03	1.22E-01	1.34E-02	1.22E-04
Nb-93m	1.66E-07	1.67E-01	1.84E-02	1.67E-04
Zr-95	1.19E+08	1.02E+09	1.12E+08	1.02E+06
Nb-95m	1.29E+05	1.09E+07	1.20E+06	1.09E+04
Nb-95	8.11E+07	7.47E+08	8.22E+07	7.47E+05
Mo-99	4.18E+10	1.54E+11	1.70E+10	1.54E+08
Tc-99m	3.14E+10	1.44E+11	1.58E+10	1.44E+08
Tc-99	9.80E+01	9.23E+03	1.02E+03	9.23E+00
Ru-103	2.76E+07	2.29E+08	2.52E+07	2.29E+05
Rh-103m	2.54E+07	2.29E+08	2.52E+07	2.29E+05
Ru-106	1.11E+07	9.86E+07	1.08E+07	9.86E+04
Rh-106	1.11E+07	9.86E+07	1.08E+07	9.86E+04

2

표 11.2-10 (12 중 6)

핵종	역삼투압설비	양이온탈염기	혼합상탈염기 (전단)	혼합상탈염기 (후단)
Ag-110m	2.05E+08	1.81E+09	1.99E+08	1.81E+06
Ag-110	2.66E+06	2.35E+07	2.58E+06	2.35E+04
Te-129m	9.46E+08	7.74E+09	8.51E+08	7.74E+06
Te-129	6.49E+08	4.97E+09	5.46E+08	4.97E+06
I-129	3.49E-02	3.95E+00	6.74E-01	6.12E-03
Te-131m	3.83E+09	7.27E+09	8.00E+08	7.27E+06
Te-131	7.20E+08	1.33E+09	1.46E+08	1.33E+06
I-131	3.84E+11	5.23E+09	2.66E+12	2.42E+10
Te-132	2.94E+10	1.20E+11	1.32E+10	1.20E+08
I-132	4.79E+10	1.20E+11	2.27E+10	2.07E+08
I-133	4.51E+11	2.43E+09	6.80E+11	6.18E+09
I-134	4.72E+09	6.69E+07	8.39E+08	7.68E+06
Cs-134	4.38E+10	3.89E+11	2.16E+10	1.95E+10
I-135	1.70E+11	1.05E+09	9.51E+10	8.65E+08
Cs-136	7.37E+09	5.26E+10	2.93E+09	2.63E+09
Cs-137	5.65E+10	5.04E+11	2.80E+10	2.52E+10
Ba-137m	5.29E+10	4.72E+11	2.62E+10	2.36E+10
Ba-140	6.27E+08	4.47E+09	4.91E+08	4.47E+06
La-140	2.62E+08	4.00E+09	4.40E+08	4.00E+06
Ce-141	2.38E+07	1.94E+08	2.14E+07	1.94E+05
Ce-143	5.78E+07	1.20E+08	1.32E+07	1.20E+05
Pr-143	9.14E+05	4.00E+07	4.40E+06	4.00E+04
Ce-144	6.49E+07	5.73E+08	6.30E+07	5.73E+05
Pr-144	6.41E+07	5.73E+08	6.30E+07	5.73E+05
W-187	3.18E+08	4.91E+08	5.39E+07	4.91E+05
Np-239	3.16E+08	1.03E+09	1.13E+08	1.03E+06

2

표 11.2-10 (12 중 7)

4. 액체방사성 폐기물관리계통 내 예상 방사능농도(Bq/ml)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	탈염기 유출	감시탱크 유출
Na-24	2.09E+02	2.09E+01	2.09E-03	1.77E-03
Cr-51	1.72E+01	1.72E+00	1.72E-04	1.80E-04
Mn-54	8.91E+00	8.91E-01	8.91E-05	9.39E-05
Fe-55	6.68E+00	6.68E-01	6.68E-05	7.04E-05
Co-58	2.55E+01	2.55E+00	2.55E-04	2.69E-04
Fe-59	1.67E+00	1.67E-01	1.67E-05	1.75E-05
Co-60	2.95E+00	2.95E-01	2.95E-05	3.11E-05
Zn-65	2.84E+00	2.84E-01	2.84E-05	2.99E-05
Br-84	1.13E+01	1.13E+00	1.13E-03	9.14E-05
Rb-88	7.97E+01	7.97E+00	3.98E-02	1.80E-03
Sr-89	7.77E-01	7.77E-02	7.77E-06	8.17E-06
Y-89m	7.76E-05	7.76E-06	7.76E-10	8.17E-10
Sr-90	6.68E+00	6.68E-01	6.68E-05	7.04E-05
Y-90	3.43E-01	3.43E-02	3.43E-06	7.05E-06
Sr-91	3.84E+00	3.84E-01	3.84E-05	2.89E-05
Y-91m	2.29E+00	2.29E-01	2.29E-05	1.84E-05
Y-91	2.90E+00	2.90E-01	2.90E-05	3.06E-05
Y-93	1.70E+01	1.70E+00	1.70E-04	1.30E-04
Zr-93	4.48E-09	4.48E-10	4.48E-14	8.55E-14
Nb-93m	1.24E-13	1.24E-14	1.24E-18	1.31E-18
Zr-95	2.16E+00	2.16E-01	2.16E-05	2.27E-05
Nb-95m	1.60E-03	1.60E-04	1.60E-08	3.34E-08
Nb-95	1.56E+00	1.56E-01	1.56E-05	1.65E-05
Mo-99	3.37E+01	3.37E+00	3.37E-04	3.38E-04
Tc-99m	2.69E+01	2.69E+00	2.69E-04	2.90E-04
Tc-99	5.83E-08	5.83E-09	5.83E-13	1.24E-12
Ru-103	4.16E+01	4.16E+00	4.16E-04	4.37E-04
Rh-103m	3.27E+01	3.27E+00	3.27E-04	4.25E-04
Ru-106	5.02E+02	5.02E+01	5.02E-03	5.29E-03
Rh-106	5.01E+02	5.01E+01	5.01E-03	5.29E-03

2

표 11.2-10 (12 중 8)

핵종	역삼투압설비 유입	역삼투압설비 유출	탈염기 유출	감시탱크 유출
Ag-110m	7.24E+00	7.24E-01	7.24E-05	7.63E-05
Ag-110	9.39E-02	9.39E-03	9.39E-07	9.92E-07
Te-129m	1.05E+00	1.05E-01	1.05E-05	1.11E-05
Te-129	3.24E+01	3.24E+00	3.24E-04	6.25E-05
I-129	7.61E-10	7.61E-11	7.61E-14	8.27E-14
Te-131m	7.40E+00	7.40E-01	7.40E-05	6.97E-05
Te-131	5.58E+00	5.58E-01	5.58E-05	1.54E-05
I-131	2.56E+02	2.56E+01	2.56E-02	2.65E-02
Te-132	9.02E+00	9.02E-01	9.02E-05	9.10E-05
I-132	4.58E+02	4.58E+01	4.58E-02	1.53E-02
I-133	6.78E+02	6.78E+01	6.78E-02	6.09E-02
I-134	3.63E+02	3.63E+01	3.63E-02	4.79E-03
Cs-134	4.29E+01	4.29E+00	2.14E-02	2.26E-02
I-135	9.46E+02	9.46E+01	9.46E-02	6.22E-02
Cs-136	5.15E+00	5.15E-01	2.57E-03	2.68E-03
Cs-137	5.66E+01	5.66E+00	2.83E-02	2.99E-02
Ba-137m	5.30E+01	5.30E+00	5.30E-04	2.78E-02
Ba-140	7.14E+01	7.14E+00	7.14E-04	7.45E-04
La-140	1.33E+02	1.33E+01	1.33E-03	1.34E-03
Ce-141	8.31E-01	8.31E-02	8.31E-06	8.73E-06
Ce-143	1.40E+01	1.40E+00	1.40E-04	1.33E-04
Pr-143	1.47E-01	1.47E-02	1.47E-06	2.99E-06
Ce-144	2.22E+01	2.22E+00	2.22E-04	2.34E-04
Pr-144	2.05E+01	2.05E+00	2.05E-04	2.33E-04
W-187	1.20E+01	1.20E+00	1.20E-04	1.10E-04
Np-239	1.15E+01	1.15E+00	1.15E-04	1.14E-04

2

표 11.2-10 (12 중 9)

5. 액체방사성폐기물관리계통 탱크 내 예상 방사능농도(Bq/ml)

핵종	기기폐액탱크	바닥배수탱크	화학폐액탱크	감시탱크
BR-84	8.50E+01	7.89E+01	6.68E+00	1.13E-03
I-131	2.59E+02	2.41E+02	2.04E+01	2.56E-02
I-132	1.13E+03	1.05E+03	8.88E+01	4.58E-02
I-133	7.87E+02	7.31E+02	6.18E+01	6.78E-02
I-134	1.81E+03	1.68E+03	1.42E+02	3.63E-02
I-135	1.43E+03	1.33E+03	1.12E+02	9.46E-02
RB-88	1.01E+03	9.35E+02	7.91E+01	3.98E-02
CS-134	4.27E+01	3.97E+01	3.36E+00	2.14E-02
CS-136	5.18E+00	4.81E+00	4.07E-01	2.57E-03
CS-137	5.64E+01	5.24E+01	4.43E+00	2.83E-02
NA-24	2.56E+02	2.38E+02	2.01E+01	2.09E-03
CR-51	1.72E+01	1.60E+01	1.35E+00	1.72E-04
MN-54	8.88E+00	8.24E+00	6.97E-01	8.91E-05
FE-55	6.65E+00	6.18E+00	5.23E-01	6.68E-05
FE-59	1.67E+00	1.55E+00	1.31E-01	1.67E-05
CO-58	2.55E+01	2.37E+01	2.00E+00	2.55E-04
CO-60	2.94E+00	2.73E+00	2.31E-01	2.95E-05
ZN-65	2.83E+00	2.63E+00	2.22E-01	2.84E-05
SR-89	7.76E-01	7.20E-01	6.09E-02	7.77E-06
SR-90	6.65E+00	6.18E+00	5.23E-01	6.68E-05
SR-91	5.19E+00	4.82E+00	4.08E-01	3.84E-05
Y-91M	2.44E+00	2.26E+00	1.91E-01	2.29E-05
Y-91	2.88E+00	2.68E+00	2.27E-01	2.90E-05
Y-93	2.27E+01	2.11E+01	1.78E+00	1.70E-04
ZR-95	2.16E+00	2.00E+00	1.69E-01	2.16E-05
NB-95	1.55E+00	1.44E+00	1.22E-01	1.56E-05
MO-99	3.53E+01	3.28E+01	2.77E+00	3.37E-04

2

표 11.2-10 (12 중 10)

핵종	기기폐액탱크	바닥배수탱크	화학폐액탱크	감시탱크
TC-99M	2.53E+01	2.35E+01	1.99E+00	2.69E-04
RU-103	4.16E+01	3.86E+01	3.27E+00	4.16E-04
RU-106	5.00E+02	4.64E+02	3.93E+01	5.02E-03
AG-110M	7.21E+00	6.70E+00	5.67E-01	7.24E-05
TE-129M	1.05E+00	9.78E-01	8.27E-02	1.05E-05
TE-129	1.28E+02	1.18E+02	1.00E+01	3.24E-04
TE-131M	8.22E+00	7.63E+00	6.46E-01	7.40E-05
TE-131	4.07E+01	3.78E+01	3.20E+00	5.58E-05
TE-132	9.38E+00	8.71E+00	7.37E-01	9.02E-05
BA-137M	5.64E+01	5.24E+01	4.43E+00	5.30E-04
BA-140	7.20E+01	6.68E+01	5.65E+00	7.14E-04
LA-140	1.37E+02	1.27E+02	1.08E+01	1.33E-03
CE-141	8.32E-01	7.72E-01	6.53E-02	8.31E-06
CE-143	1.54E+01	1.43E+01	1.21E+00	1.40E-04
CE-144	2.21E+01	2.05E+01	1.74E+00	2.22E-04
W-187	1.37E+01	1.27E+01	1.07E+00	1.20E-04
NP-239	1.21E+01	1.12E+01	9.52E-01	1.15E-04
H-3	5.18E+03	4.81E+03	4.07E+02	5.38E+03

2

표 11.2-10 (12 중 11)

6. 액체방사성폐기물관리계통 기기 내 예상 방사선원(Bq)

핵종	역삼투압설비	양이온탈염기	혼합상탈염기 (전단)	혼합상탈염기 (후단)
Na-24	5.35E+09	5.41E+09	5.95E+08	5.41E+06
Cr-51	4.86E+08	3.90E+09	4.29E+08	3.90E+06
Mn-54	2.52E+08	2.23E+09	2.45E+08	2.23E+06
Fe-55	1.89E+08	1.68E+09	1.85E+08	1.68E+06
Co-58	7.23E+08	6.18E+09	6.80E+08	6.18E+06
Fe-59	4.72E+07	3.94E+08	4.33E+07	3.94E+05
Co-60	8.36E+07	7.45E+08	8.20E+07	7.45E+05
Zn-65	8.04E+07	7.09E+08	7.79E+07	7.09E+05
Br-84	8.01E+07	1.60E+06	1.29E+07	1.19E+05
Rb-88	3.54E+08	5.18E+07	3.38E+06	2.59E+06
Sr-89	2.20E+07	1.85E+08	2.04E+07	1.85E+05
Y-89m	2.20E+03	1.85E+04	2.04E+03	1.85E+01
Sr-90	1.89E+08	1.69E+09	1.86E+08	1.69E+06
Y-90	1.41E+07	1.06E+09	1.17E+08	1.06E+06
Sr-91	9.34E+07	6.41E+07	7.05E+06	6.41E+04
Y-91m	5.83E+07	4.09E+07	4.50E+06	4.09E+04
Y-91	8.21E+07	7.02E+08	7.72E+07	7.02E+05
Y-93	4.17E+08	3.00E+08	3.29E+07	3.00E+05
Zr-93	1.78E-01	4.24E+00	4.67E-01	4.24E-03
Nb-93m	5.76E-06	5.80E+00	6.38E-01	5.80E-03
Zr-95	6.11E+07	5.21E+08	5.73E+07	5.21E+05
Nb-95m	6.59E+04	5.56E+06	6.12E+05	5.56E+03
Nb-95	4.43E+07	4.06E+08	4.46E+07	4.06E+05
Mo-99	9.32E+08	3.44E+09	3.79E+08	3.44E+06
Tc-99m	7.73E+08	3.25E+09	3.57E+08	3.25E+06
Tc-99	2.42E+00	2.10E+02	2.31E+01	2.10E-01
Ru-103	1.18E+09	9.74E+09	1.07E+09	9.74E+06
Rh-103m	1.08E+09	9.73E+09	1.07E+09	9.73E+06
Ru-106	1.42E+10	1.26E+11	1.38E+10	1.26E+08
Rh-106	1.42E+10	1.26E+11	1.38E+10	1.26E+08

2

표 11.2-10 (12 중 12)

핵종	역삼투압설비	양이온탈염기	혼합상탈염기 (전단)	혼합상탈염기 (후단)
Ag-110m	2.05E+08	1.81E+09	1.99E+08	1.81E+06
Ag-110	2.66E+06	2.35E+07	2.58E+06	2.35E+04
Te-129m	2.98E+07	2.43E+08	2.68E+07	2.43E+05
Te-129	3.96E+08	2.23E+08	2.45E+07	2.23E+05
I-129	2.59E-02	1.85E-01	2.32E-01	2.11E-03
Te-131m	1.99E+08	3.78E+08	4.16E+07	3.78E+05
Te-131	6.12E+07	7.26E+07	7.98E+06	7.26E+04
I-131	7.19E+09	2.09E+08	4.98E+10	4.53E+08
Te-132	2.50E+08	1.02E+09	1.13E+08	1.02E+06
I-132	7.77E+09	1.08E+09	2.16E+09	1.97E+07
I-133	1.79E+10	9.61E+07	2.69E+10	2.45E+08
I-134	3.62E+09	5.14E+07	6.44E+08	5.90E+06
Cs-134	1.21E+09	1.08E+10	6.00E+08	5.39E+08
I-135	2.16E+10	1.34E+08	1.21E+10	1.10E+08
Cs-136	1.45E+08	1.04E+09	5.76E+07	5.18E+07
Cs-137	1.60E+09	1.43E+10	7.96E+08	7.16E+08
Ba-137m	1.50E+09	1.34E+10	7.44E+08	6.69E+08
Ba-140	2.01E+09	1.43E+10	1.58E+09	1.43E+07
La-140	3.69E+09	1.99E+10	2.19E+09	1.99E+07
Ce-141	2.35E+07	1.92E+08	2.11E+07	1.92E+05
Ce-143	3.78E+08	7.84E+08	8.62E+07	7.84E+05
Pr-143	5.98E+06	2.62E+08	2.88E+07	2.62E+05
Ce-144	6.29E+08	5.55E+09	6.11E+08	5.55E+06
Pr-144	6.21E+08	5.55E+09	6.11E+08	5.55E+06
W-187	3.18E+08	4.91E+08	5.39E+07	4.91E+05
Np-239	3.16E+08	1.03E+09	1.13E+08	1.03E+06

2

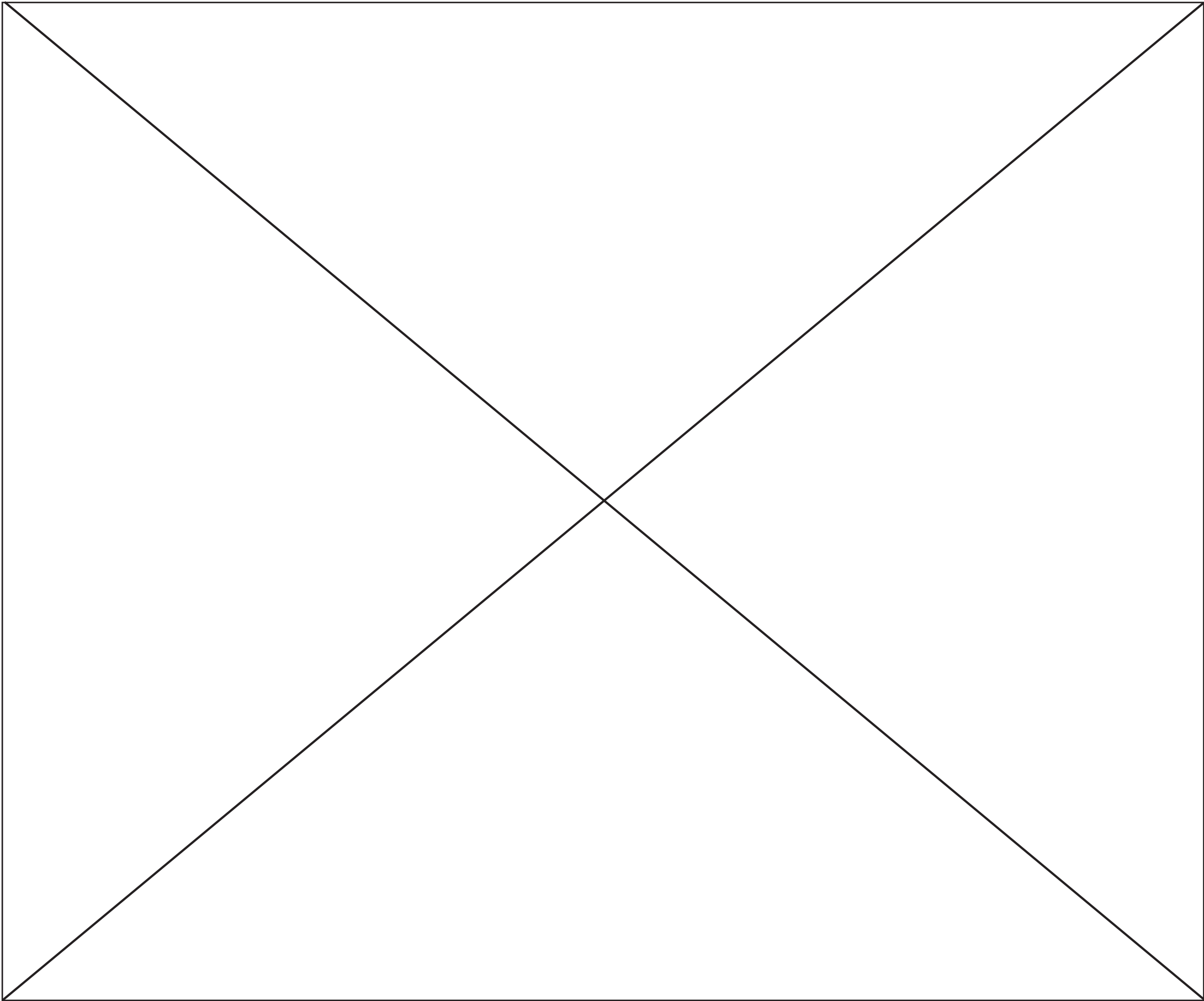
표 11.2-11

액체방사성폐기물계통 방사능 결정시 가정사항 및 입력자료

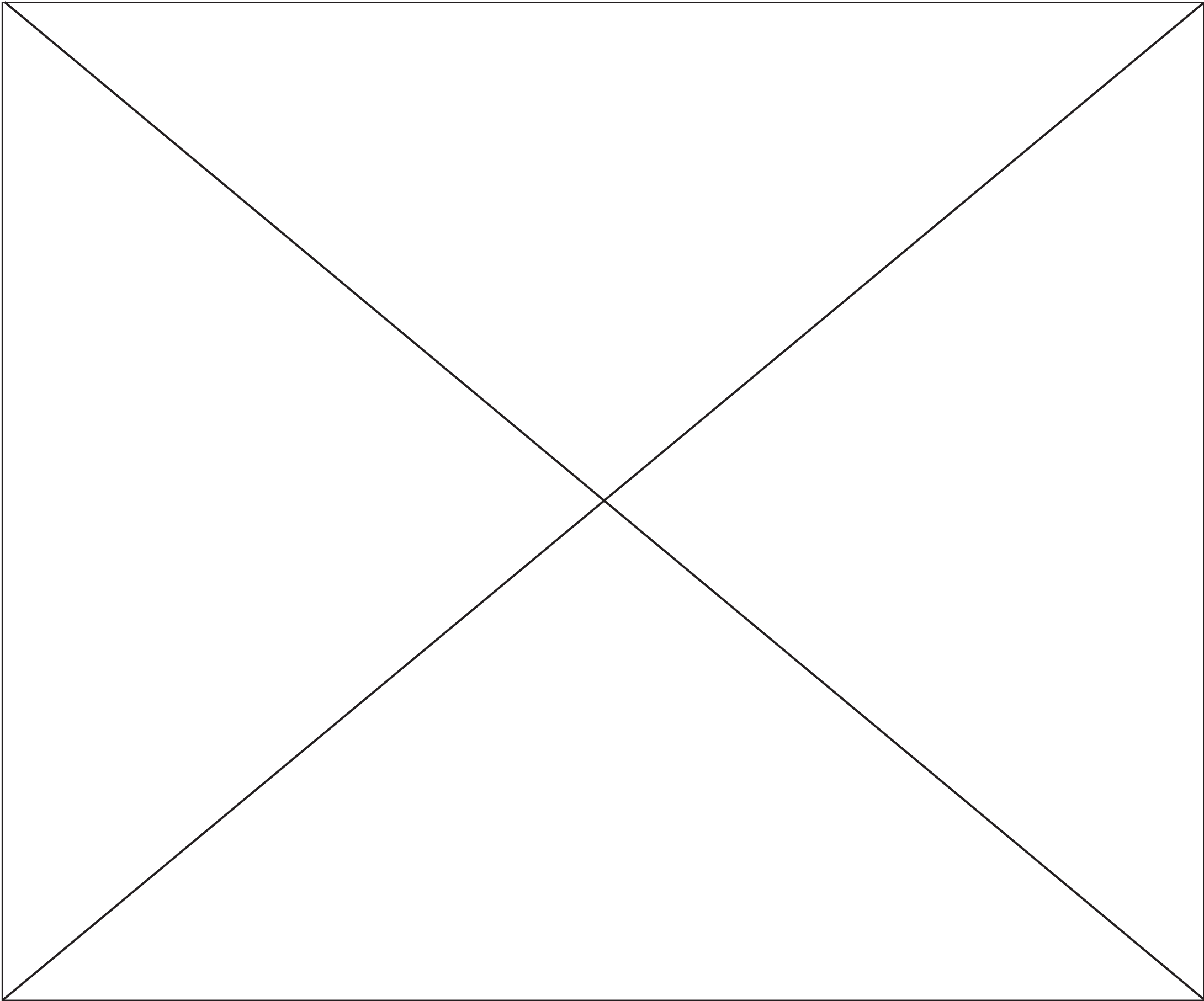
1. 발생원으로부터 액체방사성폐기물계통으로의 유입량은 표 11.2-2에 기술되어 있다.
2. 일차냉각재의 설계기준 및 예상 방사선원항은 표 11.2-2 및 표 11.1-9에 제시되어 있다.
3. 계통 주요기기에 관한 사항은 표 11.2-7에 제시되어 있다.
4. 액체방사성폐기물계통에는 누설이 없다.
5. 액체방사성폐기물 계통 탈염기
 - 설계유량 : 60 gpm
 - 처리시간 : 176 hr
6. 액체방사성폐기물계통 기기에 대한 제염계수¹⁾는 다음과 같다.

	불활성기체			
	<u>삼중수소</u>	<u>할로젠</u>	<u>Cs, Rb</u>	<u>기타</u>
역삼투압 설비	1	10	10	10
탈염기	1	1000	200	10,000 ²⁾

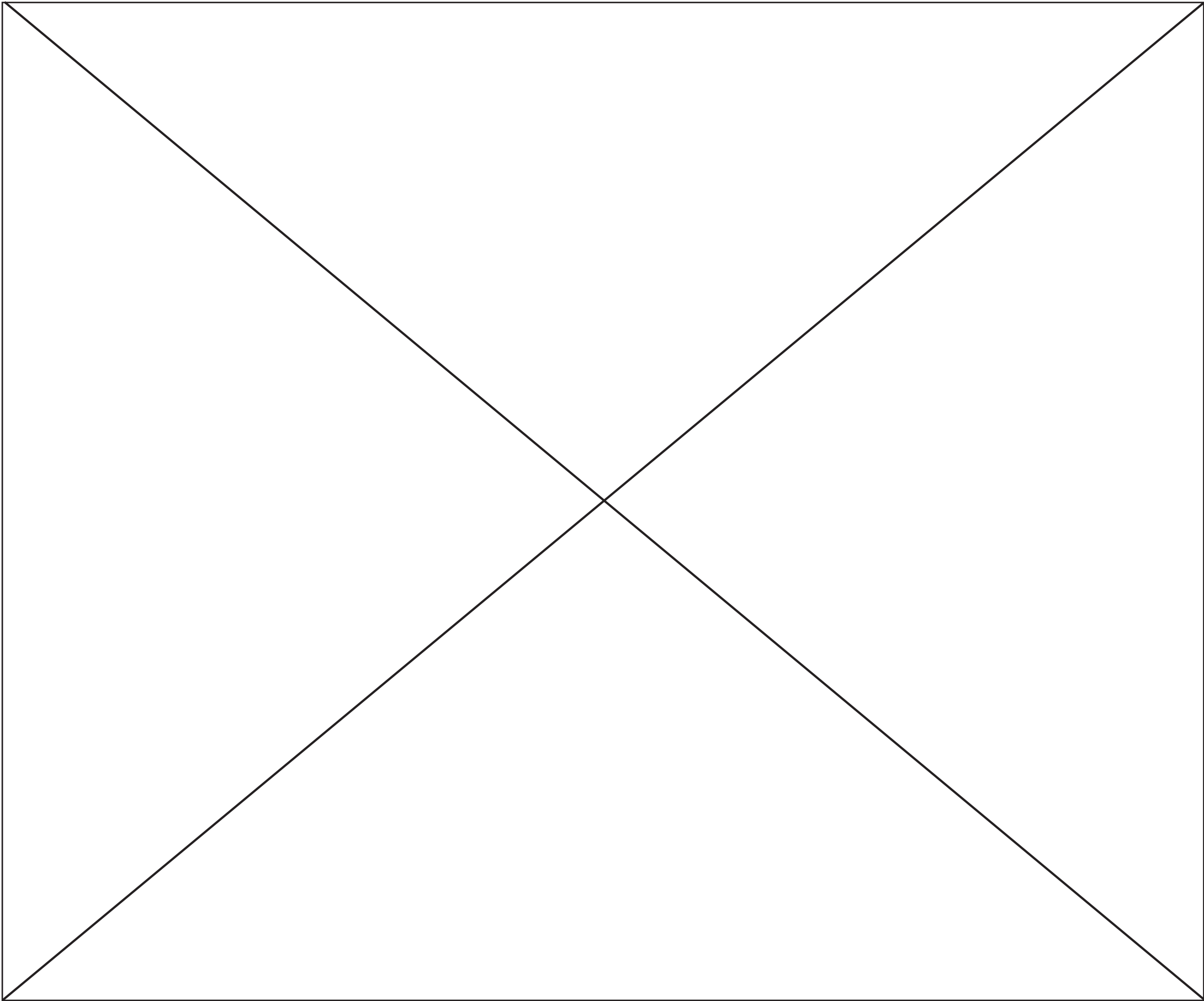
1) NUREG-0017(Rev. 1)로부터 인용된 수치임.
2) 연간 방출량 평가시에는 보수적으로 1,000을 적용함.




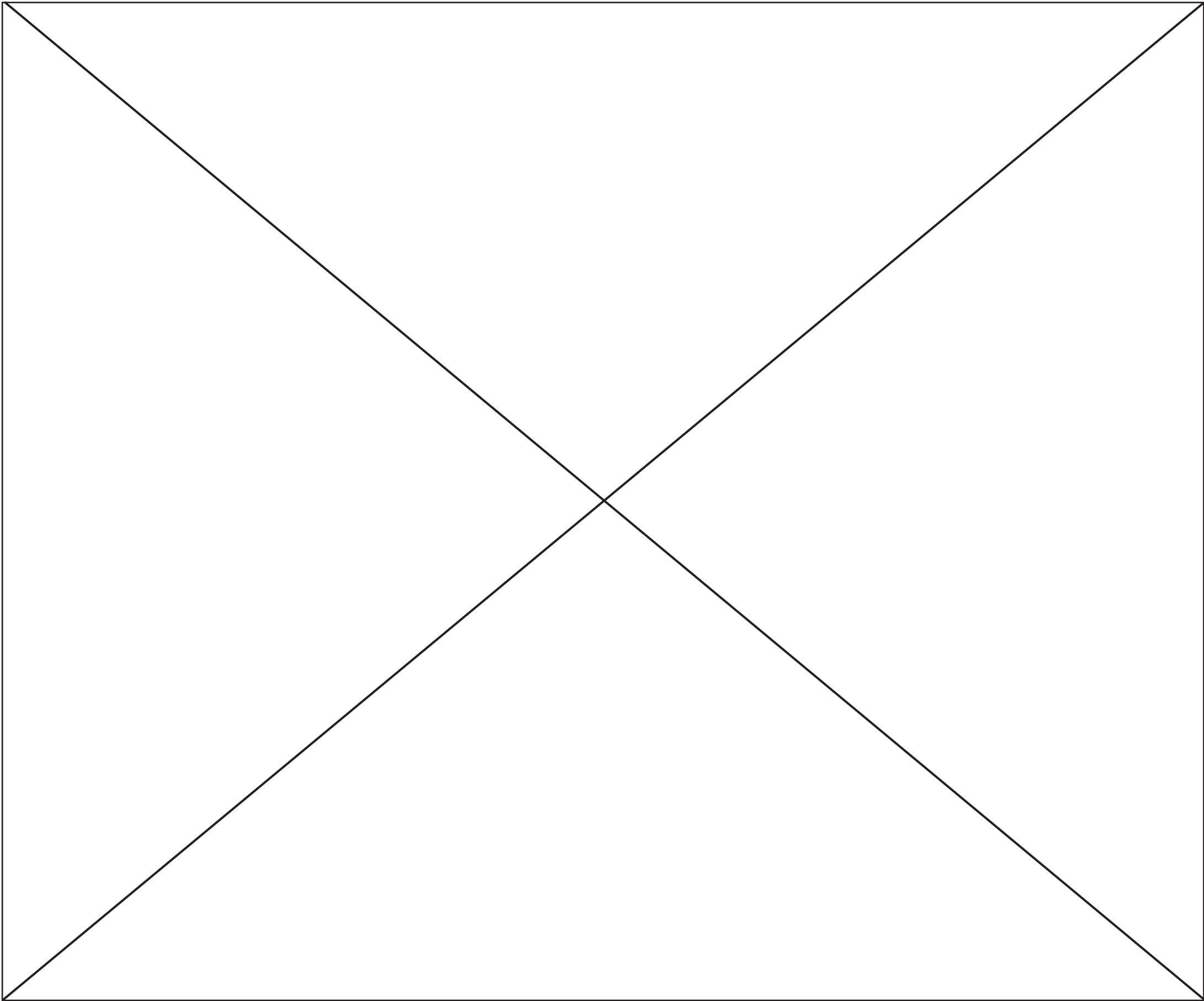
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 그림 11.2-1 (7 중 1)	



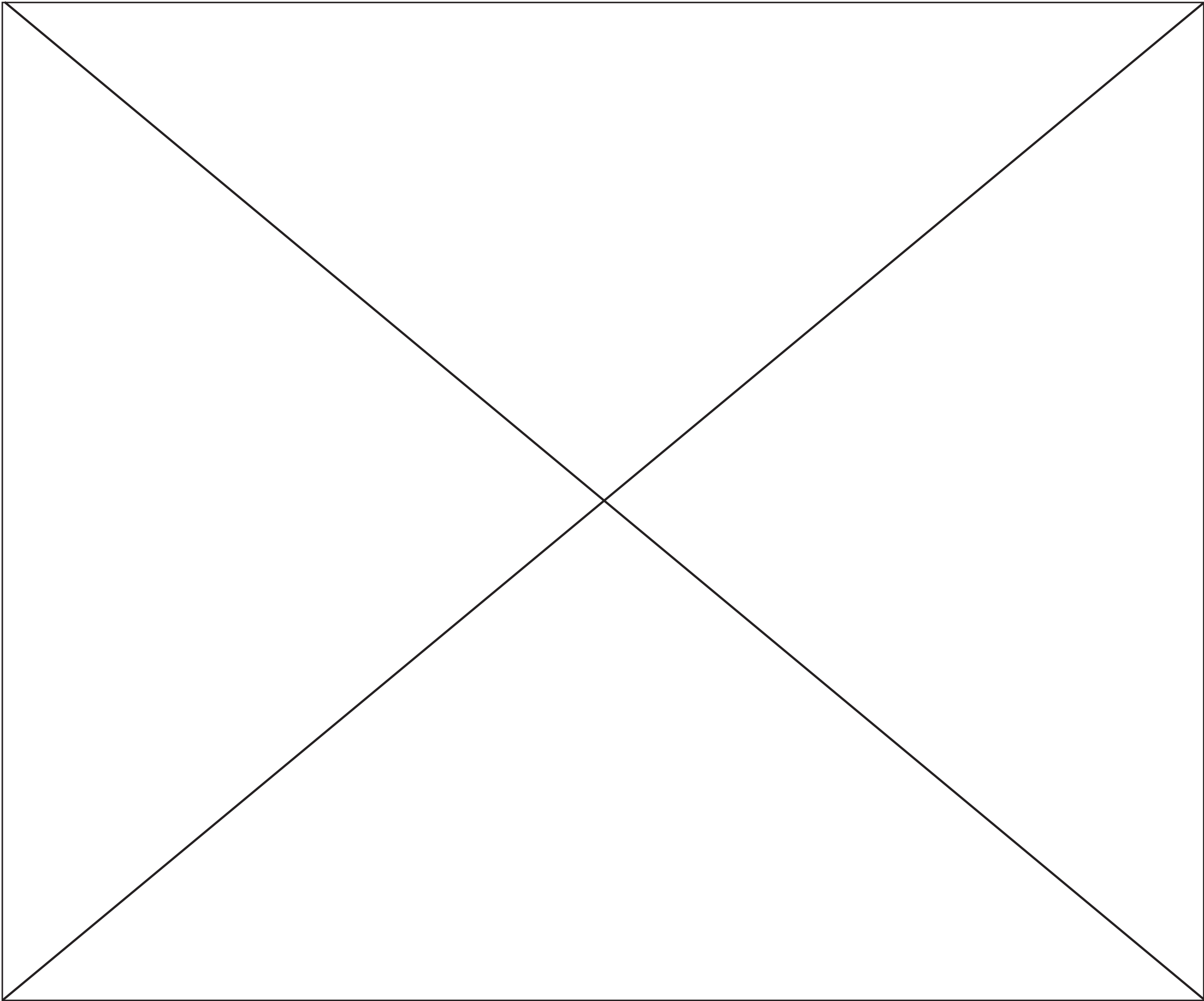
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 그림 11.2-1 (7 중 2)	



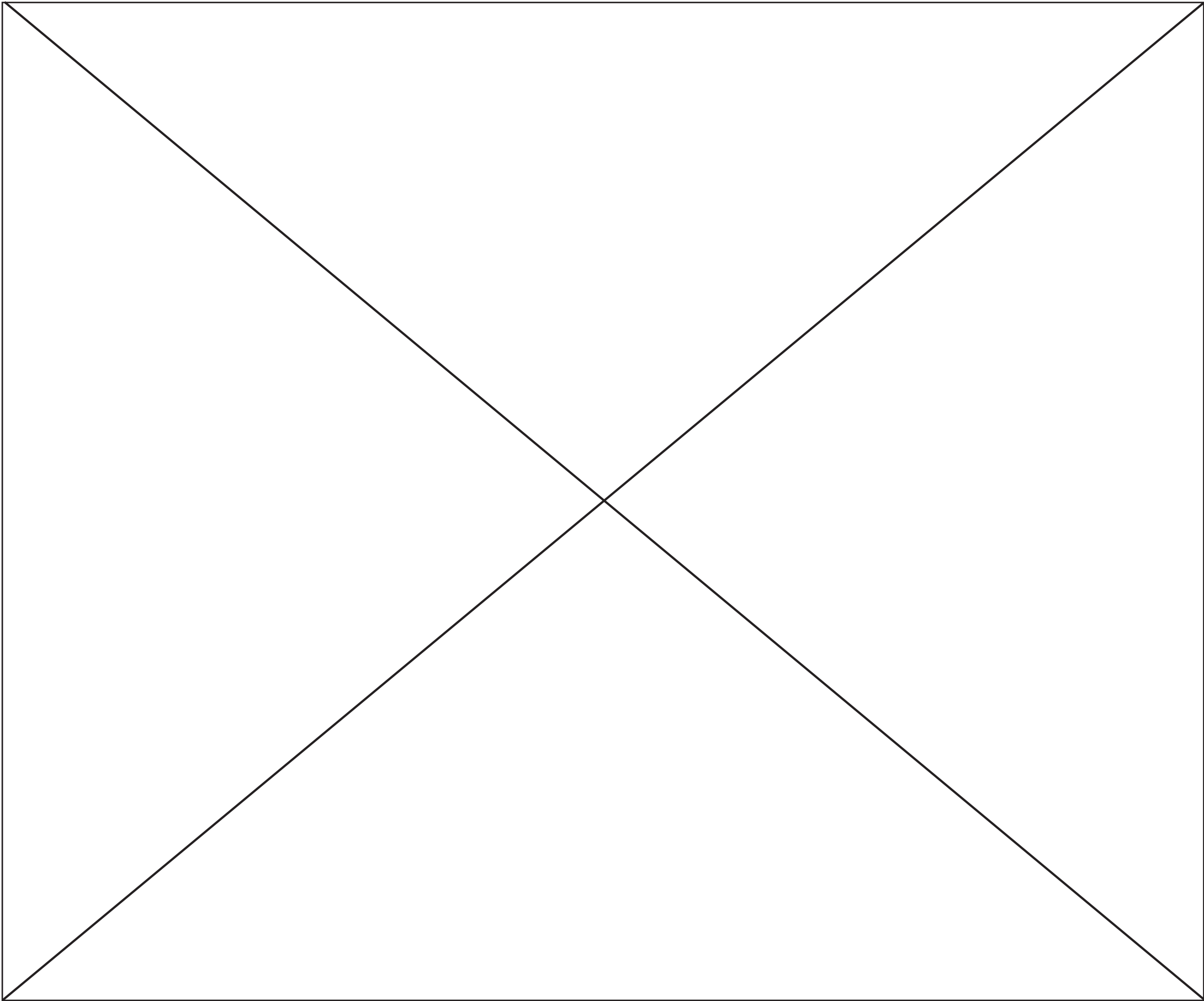
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도	
그림 11.2-1 (7 중 3)	



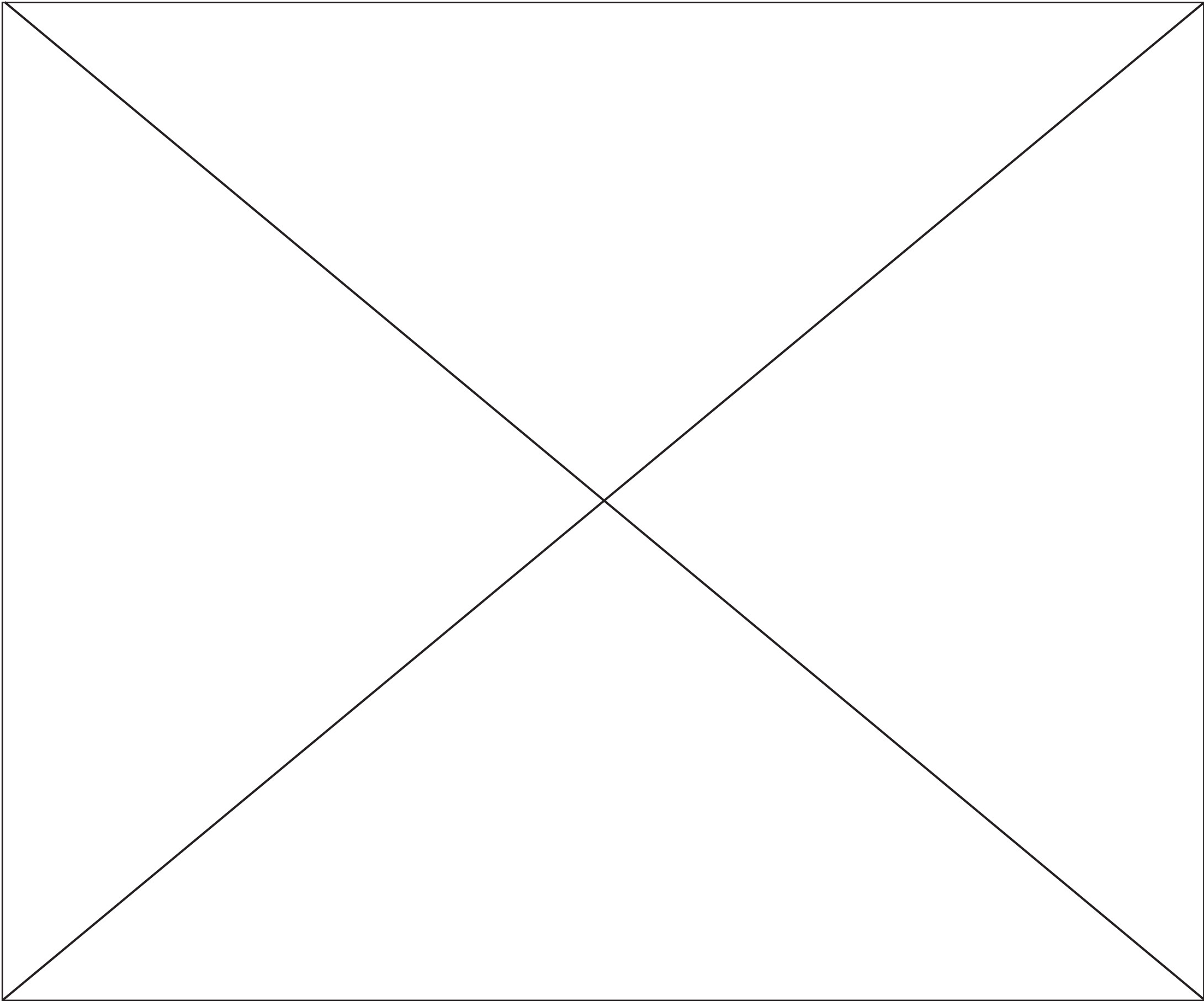
	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도	
그림 11.2-1 (7 중 4)	

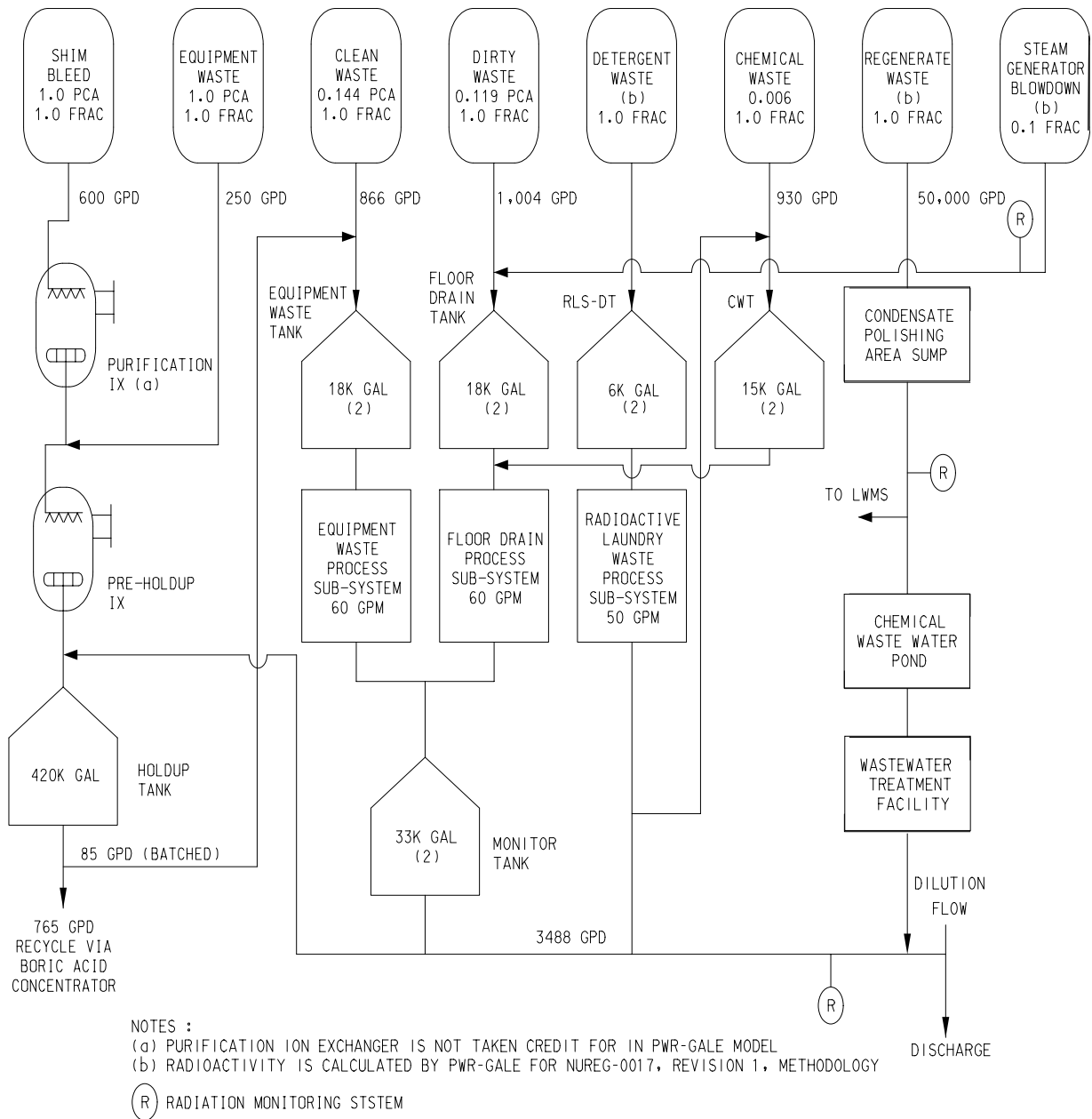



	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도</p>	
<p>그림 11.2-1 (7 중 5)</p>	



	한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
액체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도 그림 11.2-1 (7 중 6)	







한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

액체방사성폐기물관리계통 공정 흐름도

그림 11.2-2

11.3 기체방사성폐기물관리계통

기체방사성폐기물관리계통은 신고리 5,6호기 공용으로 내진범주 II로 설계된 복합건물내에 설치되며, 탈기체 처리기기들로부터 배기되는 고준위 방사성기체를 수집하여 일정기간 지연, 붕괴시킨 뒤 배출한다.

저준위방사성기체는 해당건물 공기조화계통에서 여과 처리된 다음 대기로 배출된다. 저준위방사성기체를 처리하는 계통에는 건물 배기계통, 복수기진공계통 및 터빈축밀봉계통이 있으며 이들 계통에 대한 상세내용은 9.4절, 10.4.2절 및 10.4.3절에 각각 기술되어 있다.

11.3.1 설계기준

11.3.1.1 기준 및 평가

기체방사성폐기물관리계통은 SRP 11.3절에 정의된 허용기준에 따라 설계되며, 설계기준은 다음과 같다.

- 가. 정상적으로 제한구역경계로 배출되는 유출물은 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한요건을 만족하여야 한다. | 2

기체방사성폐기물관리계통은 연속적으로 유출물을 배출한다. NUREG-0017과 ANSI/ANS 18.1의 방법론을 사용하여 PWR-GALE에서 얻어진 결과를 기초한 연간 예상 공기 중 배출량(Bq/yr)은 표 11.3-7에 기술된다. 연간 배출량 계산에 사용된 가정은 11.3.6절에 기술된다. 연간 예상배출량은 최대개인피폭에 대한 연간예상선량을 계산하는데 이용된다. 이 분석은 정상운전과 예상운전과도 동안의 방사능 배출이 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)를 만족함을 보장한다. | 2

기체방사성폐기물관리계통은 제한구역경계로의 정상배출이 설계기준 방사선원항에 기초한 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출농도 제한치에 있음을 확신할 수 있도록 설계된다. 제한구역경계에서 배출농도를 계산하는데 이용된 방법론에 관련된 자세한 내용은 11.3.8절에 기술되어 있다. 이 분석의 결과는 배출농도가 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 제한치에 있음을 확인한다. | 2

- 나. 기체방사성폐기물관리계통은 예상운전과도를 포함한 발전소 정상운전을 방해하지 않도록 성능상의 설계목표를 만족하여야 한다.

기체방사성폐기물관리계통은 비안전성관련 계통이며 사고완화기능이 없다. 기체방사성폐기물관리계통은 ANSI/ANS 55.4, 규제지침서 1.143, 1.140 및 1.52의 지침에 따라 설계되며 다음의 설계특성을 포함한다.

- 1) 기체방사성폐기물관리계통은 발전소 운전에 영향을 줄 수 있는 폭발성을 가진 수소 및 산소 혼합물의 축적을 방지하도록 설계된다.
- 2) 기체방사성폐기물관리계통은 예상되는 과도운전상태를 포함한 발전소 정상 운전 동안 발생하는 폐기물량을 수용할 수 있는 충분한 용량과 다중성을 가져야 한다.

다. 환경으로의 방사성물질의 배출은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조, 제33조 및 제34조와 10 CFR 50 부록 A(일반설계기준 60, 61 및 64)에 따라 관리되고 감시되어야 한다.

1

기체방사성폐기물관리계통은 활성탄자연대 배출구에서 복합건물공기조화계통으로의 배출을 감시하는 방사선감시기가 제공된다. 기체방사성폐기물관리계통 배출은 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출제한치를 초과할 경우 자동으로 차단된다. 11.5절의 방사선감시계통에서는 기체방사성폐기물관리계통에 대한 방사선 감시와 관련하여 자세하게 기술한다.

라. 기체방사성폐기물관리계통 단일기기에서 방사성물질의 사고배출은 BTP ETSB-11-5의 지침을 넘는 소외선량을 초래해서는 안된다.

기체방사성폐기물관리계통의 단일기기고장의 해석은 11.3.7절에 기술된다. 이 해석에 사용된 방법론은 설계기준 방사선원항에 대한 BTP ETSB-11-5를 따른다. 이 해석의 결과는 기체방사성폐기물관리계통의 단일고장으로 인한 선량이 BTP의 선량제한치(1 mSv 유효선량)내에 있음을 확인한다.

마. 기체방사성폐기물관리계통은 운전 및 정비시 피폭을 ALARA를 유지함으로써 종사자피폭 저감에 기여한다.

기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 8.8, ANSI/ANS 55.4, 규제지침서 1.143, 1.140 및 1.52에 제시된 지침에 따라 설계된다. 이는 기체방사성폐기물관리계통이 ALARA 목적을 만족함을 보장한다.

바. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조 및 10 CFR 50 부록 A(일반설계기준 3)에 따라 수소와 산소의 폭발성혼합물의 영향에서 기체취급 및 처리계통을 보호해야 한다.

1

기체방사성폐기물관리계통은 SRP 11.3절에 따라 수소와 산소의 폭발성혼합물

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

의 축적을 방지하기 위해 자동제어기능을 가진 이중기체분석기를 갖추도록 설계된다. 기체방사성폐기물관리계통에서 산소와 수소농도를 분석할 목적으로 여러 측정지점이 제공된다. 2대의 수소분석기와 2대의 산소분석기가 기체방사성폐기물관리계통에서 수소와 산소농도를 감시하는데 이용된다. 각 1대의 수소 및 산소분석기는 기체방사성폐기물관리계통의 기체유입모관에서 수소와 산소농도를 연속적으로 감시한다. 기체방사성폐기물 시료채취반의 다른 수소 및 산소분석기는 기체방사성폐기물관리계통 패키지에서 순차적으로 시료를 채취한다. 고 산소농도 및 고-고 산소농도에 대한 경보는 복합건물 제어실과 주 제어실에서 제공된다.

기체방사성폐기물관리계통의 설계용량은 표 11.3-1에 기술된 가정사항에 근거하여 결정되며, 처리될 기체의 방사능량은 노심주기중 제한적인 30일 동안 발생하는 방사성기체의 양을 계산하여 결정한다. 표 11.3-1에 제시된 설계기준은 탈기기 연속 운전을 가정하고, 노심주기중 30일 동안 원자로냉각재 배기는 1회, 체적제어탱크 배기는 4회 발생하며, 체적제어탱크 시료분석, 원자로배수탱크 및 기기배수탱크는 연속적으로 배기되는 것으로 가정한다. 상기 유입기준으로 계산된 유량에 우발인자를 더하여 보수적으로 정상운전시 3,420 L/min(2 scfm)으로 방사성기체가 유입되는 것으로 고려한다. 이러한 가정에 근거하여, 기체방사성폐기물관리계통의 용량은 Xe에 대해 45일 이상, Kr에 대해 3.5일 이상 지연시킬 수 있도록 설계한다.

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

기체방사성폐기물관리계통은 예상운전과도사건 동안 약 37,380 L/min(22 scfm)의 과도 유량으로 유입되는 방사성기체도 처리 가능하도록 설계한다. 또한, 화학 및 체적제어계통내 체적제어탱크 배기시 또는 관련 기기 기능상실시 최대 152,820 L/min(90 scfm)의 방사성기체가 약 25분 이내로 유입될 수 있으나, 폐기체건조기의 용량에는 상기 최대 유량은 고려하지 않는다.

11.3.1.2 규격 및 표준

기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장(C.2, C.4, C.5, C.6 및 C.7)에 제시된 지침에 따라 설계, 제작 및 시험되며, 각 기기들에 적용되는 규격은 표 11.3-11에 제시되어 있다.

가. 기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.2에 따라 설계 및

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

시험된다.

- 1) 기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.2.2 및 C.2.3에 따라 추가된 표 1에 기술된 규격 및 표준으로 설계 및 시험된다.
- 2) 기체방사성폐기물관리계통 중 압력유지부분(공조용 덕트 및 소방배관 제외)에 사용되는 재질은 KEPIC MD(해외구매 품목은 ASME Sec. II)에서 제시하는 요건에 따라 설계된다. 기체방사성폐기물관리계통에 사용된 재질은 정상 및 예상운전조건의 화학적, 물리적 및 방사선학적 환경에 적합하여야 한다. 가단철, 연철 또는 주철 및 플라스틱 재질 등은 기체방사성폐기물관리계통에 사용할 수 없다.

기체방사성폐기물관리계통은 수소 및 산소의 폭발성혼합물의 축적을 방지하도록 설계된다. 기체분석기는 기체방사성폐기물관리계통에 수소 및 산소 농도를 감시하기 위하여 설치된다. 유입원에서의 고 산소농도(산소 > 2%) 경보는 복합건물내 위치하는 복합건물 제어실에 제공된다. 운전원은 산소유입원을 차단하거나 질소희석, 퍼지 등을 통해 상황을 신속히 완화시킬 수 있다. 유입원에서의 고-고 산소농도(산소 > 4%) 경보는 주제어실 및 복합건물 제어실에 제공된다. 이러한 조건에서는 산소농도를 낮추기 위하여 질소가 기체방사성폐기물관리계통으로 자동주입되며 주입되는 질소 압력으로 인하여 유입원에서의 기체 유입이 차단된다.

나. 기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4에 따라 설계 및 시험된다.

- 1) 기체방사성폐기물관리계통은 복합건물에 수용되며 누설을 제어할 수 있도록 설계된다. 또한 규제지침서 8.8 지침에 따라 운전원 피폭을 ALARA로 유지하기 위해 접근, 운전, 검사, 시험 및 정비를 손쉽게 하기 위해 충분한 공간이 제공된다.
- 2) 품질보증계획서는 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7에 기술된 것과 같은 규정이 적용된다.
- 3) 기체방사성폐기물관리계통은 다음 요건에 의하여 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.3에 따라 건설된다.

공정계통의 압력유지 기기들은 최대로 실행할 수 있는 한도까지 용접에 의해 제작되어야 한다. 공정계통에는 시료채취 및 계측 배관상에 첫 번째 밸브까지 포함된다. 단, 정비 또는 운전 여건상 필요한 곳에 한하여 플랜지 연결방법

또는 신속히 차단 가능한 적절한 연결구류가 사용될 수 있다. 나사산이 유일한 밀봉 역할을 하는 나사형 이음방법은 계기 연결부 또는 펌프 케이싱 배기 및 배수 연결부에 사용할 수 있다. 공정배관의 크기는 공칭직경 1.9 cm(3/4 in) 이상이어야 한다. 밀봉용접으로 보완한 나사형 이음, 기계적 이음 또는 소켓 용접은 공칭직경 1.9 cm(3/4 in) 이상 6.35 cm(2-1/2 in) 미만 배관에 사용할 수 있다. 6.35 cm(2-1/2 in) 이상 배관에 대해 배관은 맞대기용접방법이 사용된다. 비 소모성 받침링(backing rings)은 수지 또는 입자성 물질 이송배관에 사용할 수 없다. 압력유지 기기들의 압력경계를 이루는 모든 용접은 KEPIC MQ(해외 구매 품목은 ASME Sec. IX)에 따라 수행된다.

4) 기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.4에 따라 공기압시험이 수행된다. 운전중 배관계통시험은 적용되는 KEPIC(해외구매 품목은 ASME 코드) 또는 계통배관규격서에 따라 수행된다. 신고리 5,6호기에서 고유 계통의 수압시험이 수행될 경우 2.54 cm(1 in) 미만 배관의 수리, 교체 및 변경시에 수압시험을 면제할 수 있다.

5) 기체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.5에 따라 계통의 운전성을 평가하기 위해 능동기기의 주기적 시험이 가능하도록 설계된다.

다. 기체방사성폐기물관리계통 및 구조물은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.5에 따라 방사선량 및 핵종별 방사능농도 평가를 통해 방사선 안전등급(RW-IIa, RW-IIb & RW-IIc)으로 분류되고, 방사선 안전등급별로 규제지침서 1.143의 규제입장 C.6의 자연현상 및 인위적 위험에 대비한 설계요건을 준수하며, 표 11.3-11에 제시된 규격 및 표준에 따라 설계, 제작 및 시험된다.

라. 기체방사성폐기물관리계통 기기들의 설계, 설치, 구매 및 제작에 대한 품질보증계획은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7과 일치하여야 한다. 기체방사성폐기물관리계통 각 기기의 내진범주, 품질등급 및 안전등급이 표 3.2-1에 기술되어 있다.

마. 기체방사성폐기물관리계통의 기기 및 배관은 원자로건물 격리밸브 및 연결배관을 제외하고 내진범주 II급 또는 III급, 비1E급, 품질그룹 D로 설계되며, 규제지침서 1.143에 따라 표 11.3-13에 제시되어 있는 바와 같이 설계, 제작 및 시험된다.

11.3.1.3 특성

설계기준을 만족시키는 특성은 다음과 같다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 가. 고방사성 수소 함유 기체 방사성 폐기물 흐름은 배출되기 전 방사성 핵분열 기체를 지연 및 붕괴시키기 위해서 활성탄으로 처리된다. 배출 전 핵분열 생성기체(Xe 및 Kr)의 붕괴는 소외 피폭 준위를 현저히 감소시킨다. 또한, 공기정화계통은 발전소 유출물에서 방사성 미립자 및 요오드를 제거하여 이로 인한 소외 피폭을 현저히 감소시킨다.
- 나. 모관배수탱크는 기체 방사성 폐기물 관리계통 배관에서 응축되는 액체와 폐기체 건조기에서 제거되는 응축수를 모두 수집한다.
- 다. 활성탄 지연공정은 수동기기로 구성되어 있다. 폐기체 건조기 및 활성탄 보호대는 과도한 습분 유입시 활성탄 지연대를 보호하기 위해 활성탄 지연대 전단에 설치되며, 습분으로 오염된 활성탄 보호대는 질소로 건조시킬 수 있도록 되어 있다.
- 라. 환경으로 배출되는 기체 방사성 폐기물에 함유된 선원은 감시되고 배출 허용치를 초과할 경우 자동으로 차단되도록 되어 있다.
- 마. 기체 방사성 폐기물 관리계통은 허용 제한치를 초과하는 소외 피폭을 초래하는 기체 방사능의 사고 배출을 방지하도록 설계된다.
- 바. 수소 및 산소의 폭발성 혼합물의 축적을 방지하도록 계측 장비 및 경보기가 설치되어 있다.

11.3.2 계통 설명

기체 방사성 폐기물 관리계통은 공정기체부계통과 공정배기부계통 등 2개의 부계통으로 구성된다. 건물 공기 조화계통으로부터 배출되는 공기 중 유출물에 관한 내용은 본 절에 기술되므로 이러한 계통들에 대해서도 간략히 설명된다. 건물 공기 조화계통은 9.4절에 자세히 설명되어 있다.

11.3.2.1 일반 설명

기체 방사성 폐기물 관리계통 배관 및 계장도는 그림 11.3-1과 같으며, 기체 방사성 폐기물 관리계통에 대한 기기 목록은 표 11.3-6에 제시되어 있다. 본 계통은 유입되는 고준위 방사성 기체를 수집하여 일정 기간 지연, 붕괴시키며 기체 배출을 감시한다.

- 가. 기체 방사성 폐기물 관리계통의 공정기체 부분

공정기체는 핵연료와 핵연료 표면의 트랩프우라늄(tramp uranium)에서 발생한

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

방사성 Xe 및 Kr 등의 핵분열생성물을 포함한다. 기체방사성폐기물관리시스템의 공정기체 부분은 공정기체모관에서 핵분열기체를 받아 배출 전 공정기체를 지연 및 붕괴시키기 위해 활성탄지연대를 이용한다. 공정기체모관으로의 주요 유입원은 화학 및 체적제어시스템의 탈기기, 체적제어탱크, 원자로배수탱크 그리고 기기배수탱크이다. 이러한 유입원으로부터 주성분이 수소와 질소인 기체가 유입되며, 여기에는 소량의 산소와 핵분열기체가 포함되어 있다. 탈기기에서 핵분열기체를 제거하는 원자로냉각재의 핵분열기체 농도의 잔존 준위를 낮게 유지하게 한다. 이것은 원자로냉각재계를 정비하는 동안 방사성기체의 이탈과 원자로냉각재 누설로 인한 배출을 최소화한다.

기체방사성폐기물관리시스템은 방사성기체의 흐름을 지연시키기 위해 상온에서 활성탄을 이용한다. 설계조건하에서 활성탄의 질량은 Xe에 대해 45일 이상, Kr에 대해 3.5일 이상을 지연시킬 수 있도록 설계된다.

본 계통은 1대의 모관배수탱크, 2대의 폐기체건조기, 1대의 냉각기, 2대의 활성탄보호대, 4대의 활성탄지연대, 1대의 고성능입자여과기 및 밸브와 계측기를 포함한 관련 배관으로 구성된다.

보조건물 공정기체모관의 응축수와 복합건물 기체방사성폐기물관리시스템 유입배관의 응축수는 모두 기체방사성폐기물관리시스템 모관배수탱크로 수집된다. 모관배수탱크는 또한 폐기체건조기에서 제거되는 응축수도 수집한다.

공정기체모관 후단의 각 100 % 성능을 가진 2기의 제습계열은 활성탄지연대의 성능을 보호하고 향상시키기 위해 공정흐름 상대습도를 줄이는데 이용된다. 각 계열은 1대의 폐기체건조기와 1대의 활성탄보호대로 구성된다.

폐기체건조기는 활성탄지연대의 설계된 성능에 필요한 습분 및 온도를 제공하도록 공정기체를 처리한다. 폐기체건조기는 기체가 활성탄보호대로 들어가기 전 기체를 이슬점온도 46 °F(7.8 °C)이하로 냉각 및 응축시켜 수증기를 제거한다. 정상운전시 발전소냉수계통이 폐기체건조기에 냉수를 공급한다. 발전소냉수계통이 운전되지 않을 경우에는 기체방사성폐기물관리시스템 냉각기가 냉수를 공급한다. 폐기체건조기 후단의 습분감지기가 불충분한 습분제거 여부를 감지한다.

활성탄보호대는 활성탄지연대 전단에 위치한다. 활성탄보호대는 활성탄지연대를 습분으로부터 보호한다. 활성탄보호대 전·후단에 습분감지기를 설치하여 습분흡착상태를 감시하며, 활성탄보호대 및 활성탄지연대에 온도감지기를 설치하여 열적이상상태를 감시한다. 활성탄보호대에서는 단수명 핵종을 지연하여 붕괴시키고 요오드를 흡착하여 붕괴시킨다. 질소퍼지는 활성탄이 과도한 습분

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

에 오염되었을 때 이를 건조시키는데 이용된다. 여유도를 포함하여 총 271.8 kg (600 lbs)의 활성탄을 포함한 2대의 활성탄보호대와 총 19,051 kg(42,000 lbs)의 활성탄을 포함한 4대의 활성탄지연대가 Xe과 Kr 지연을 위해 사용된다. 활성탄 보호대 및 활성탄지연대는 차폐된 격실(vault)에 위치한다.

활성탄지연대를 통과한 후에, 폐기체 흐름은 고성능입자여과기에서 활성탄 분진을 포함한 미립자가 제거되고 복합건물 공기조화계통으로 배기된다.

기체방사성폐기물관리계통은 대기압보다 약간 높은 압력에서 운전되어 산소 유입가능성을 제한한다. 보수요건으로 제한되는 곳 외에는 모두 용접연결을 하여 기체방사성폐기물관리계통으로부터의 누설은 더욱 제한된다. 모든 제어 밸브는 밸브 상부로의 누설을 최소화하기 위하여 벨로우즈 밀봉을 한다.

활성탄지연대에 대한 총 활성탄질량 요건은 다음의 관계식을 이용하여 결정된다.

$$M=8.98E4 \text{ FT}_i/K_i$$

여기서,

M = 활성탄 질량, lbs

F = 운반기체 유량, SCFM

T_i = i 번째 동위원소에 대한 평균 지연시간, days

K_i = i 번째 동위원소에 대한 동적흡착계수, cc/gm

8.98E4 = 단위환산 인자(lbs-cc-min)/(gm-ft³-day)

동적흡착계수는 NUREG-0017, Rev. 1에 명시된 방법을 이용하여 계산된다.

기체방사성폐기물관리계통은 수소와 산소의 폭발성 혼합물이 존재할 가능성이 있는 곳에는 계통건전성을 유지하기 위해서 먼저 폭발성 혼합물의 형성이나 축적을 방지해야하고, 다음으로 2% 산소농도 이상을 감시하고 퍼지할 수 있도록 설계된다.

기체감시기는 기체혼합물의 형성을 감지한다. 계통은 완화조치를 위해 복합건물 제어실과 주제어실에 경보가 제공된다. 기체감시기는 기체방사성폐기물관리계통과 탈기기, 체적제어탱크 및 원자로배수탱크 등의 유입원에서 연속적으로 시료를 채취한다.

기체감시기는 2% 산소농도에서 고경보, 4% 산소농도에서 고-고 경보가 발생되도록 설정되어 있다. 경보는 수소 및 산소농도를 낮추는 완화조치를 위한

충분한 시간을 허용한다. 예를 들어, 완화조치는 계통으로의 산소유입원을 찾아내서 제거하거나 격리시키는 것과 예비경보(pre-alarm) 수준에서 계통사이 기체농도를 안정화 및 감소시키는데 필요한 질소 주입을 포함할 수 있다. 기체방사성폐기물관리계통 설계특성이 산소유입원을 감소시키거나 제거하더라도 여전히 유입원을 격리하거나 필요한 곳에 폭발성 혼합물의 축적을 제한하기 위한 퍼지 등의 완화 조치는 중요하다.

나. 기체방사성폐기물관리계통의 공정배기 부분

기체방사성폐기물관리계통의 공정배기 부분은 원자로건물, 보조건물, 터빈건물 및 복합건물의 오염가능성이 있는 배기모판에서 저준위 방사성기체를 수집하도록 설계된다. 복수기진공계통 이외에서 발생하는 공정배기는 감시되며 건물 공기조화계통을 통해 여과된 후 배출된다. 복수기진공계통에서 발생하는 공정배기는 감시된 후 배출된다.

다. 공기조화계통

공기조화계통은 9.4절에 기술되어 있다. 유출물 모델에 관련된 계통의 상세 내용은 표 11.3-4에 있고 단순화된 공정도는 그림 11.3-2에 있다. 공기조화계통에 관련한 유출물 해석에 필요한 추가적인 내용은 11.3.6절에 기술되어 있다.

비안전성 건물 공기조화계통에 대해서는 기기, 계측기 및 제어장비의 운전성을 입증하기 위해 초기성능시험을 수행한다. 비안전성관련 환기계통은 규제지침서 1.140에 따라 시험한다. 주기적인 육안검사 및 계획예방정비는 일반 산업 관례에 따라 수행한다. 안전성관련 환기계통은 규제지침서 1.52 및 16장 기술 지침서에 따라 시험한다.

11.3.2.2 기기설명

11.3.2.2.1 모관배수탱크

기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 폐기체에 포함된 습분은 응축되어 모관배수탱크에 수집된다. 또한, 폐기체건조기에서 제거된 습분도 모관배수탱크에 수집된다. 수집된 응축수는 배수되어 액체방사성폐기물관리계통으로 이송, 최종 처리된다.

1

11.3.2.2.2 활성화탄지연대 및 활성화탄보호대

1

붕괴를 위한 방사성기체의 지연은 활성화탄지연대에서 수행된다. 용기는 기체흐름의 상향 흐름 조건에서도 활성화탄의 동반흐름이 방지되도록 설계되어야 한다. 활성화탄지연대는 활

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

성탄의 장전 및 인출이 가능하도록 설계되며, 운전은 상온에서 수행된다. 적절한 배관 연결을 통하여 어떠한 활성탄지연대도 우회할 수 있도록 한다. 또한, 활성탄을 세정 또는 건조시키기 위해 질소가 주입될 수 있다. 2대의 활성탄보호대는 활성탄지연대에 과도한 습분이 유입되는 것을 방지하도록 활성탄지연대 전단에 설치된다. 활성탄보호대는 우회 또는 세정될 수 있고 과도한 습분 유입시 질소로 건조되거나 교체될 수 있다.

Intentionally Blank

Intentionally Blank

11.3.2.2.3 고성능입자여과기

고성능입자여과기는 활성탄자연대를 통과한 폐기체에 포함되어 있는 활성탄 분진을 포함한 입자들을 제거하는 기능을 수행하며, 99 % 이상의 제거 효율을 갖도록 설계된다.

1

11.3.2.2.4 폐기체건조기

폐기체건조기는 기체의 온도를 낮추고 기체 중의 습분량을 줄이며, 정상운전시 냉각수는 발전소 냉수계통에서 공급된다. 발전소냉수계통이 운전되지 않을 경우는 기체방사성폐기물관리계통 냉각기가 냉수를 공급한다. 폐기체건조기는 623 L/min(22 scfm)의 기체가 48.9 °C(120 °F)로 유입되어 7.8 °C(46 °F)로 배출되도록 설계된다.

1

11.3.2.2.5 냉각기

기체방사성폐기물관리계통 냉각기는 발전소냉수계통이 운전되지 않을 때 폐기체건조기로 냉수를 공급한다. 냉각기는 수냉식이며, 환경친화적인 냉매를 사용한다.

1

11.3.2.2.6 배관 및 밸브

배수배관 및 밸브는 관막음 가능성을 최소화하기 위해 크기가 선정되고 연속적으로 경사를 둔다. 밸브는 누설을 최소화하기 위해 패킹이 없는 금속 다이아프램 형식이고 벨로우즈 밀봉 스템을 갖는다. 제어되는 배기계통으로 배기되는 모든 루프셀 배관과 기기배수 배관을 격리시키거나 방사성기체의 누출을 방지하기 위해 루프셀이 제공된다. 기체방사성폐기물관리계통은 가능한 한 최대 용접된 배관으로 구성된다. 플랜지 연결은 최소화되어야 한다.

1

11.3.3 안전성평가

기체방사성폐기물관리계통은 발전소 안전정지 또는 사고완화 기능을 가지지 않는다. 보수적 기준 평가시, 사고배출은 제한구역경계에서 유효선량 1 mSv 이내임이 11.3.7절에 기술된다.

11.3.4 검사 및 시험 요건

기기 설치 후 계통 시운전에 앞서, 기체방사성폐기물관리계통에 대하여 압력건전성, 설계유량조건, 계측기기 그리고 제어기능 등을 확인하기 위한 시험을 한다. 발전소 운전중에는 기체방사성폐기물관리계통의 자동 기능 및 경보에 대한 시험을 주기적으로 수행하며 계측기기의 연결 상태를 검사한다. 계기 및 계측기기는 적절한 주기로 보정된다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

11.3.5 계측설비

표 11.3-5은 기체방사성폐기물관리계통의 계측장비 목록이다. 기체와 접촉하는 계측장비는 폭발가능성을 최소화하도록 설계된다. 자동제어의 수동장치는 계통 운전성을 유지하는데 필요한 곳에 제공된다. 빈번하게 운전되는 수동조작밸브 및 기기에 대해서는 상태표시등과 원격핸드스위치를 설치한다. 방사능감시계통과 주제어실 간의 연계에 대해서는 11.5.1.2.2절에 기술한다.

Intentionally Blank

Intentionally Blank

11.3.6 예상 기체방사성폐기물 배출량

11.3.6.1 기체방사성물질 배출

예상운전과도를 포함한 정상운전시 발전소에서 배출되는 기체방사성물질의 배출량은 NUREG-0017의 방법론에 따른 PWR-GALE을 이용하여 계산된다. 기체방사성물질의 배출량 계산을 위한 입력자료는 표 11.1-1, 표 11.2-4 및 표 11.3-2에 제시되어 있으며, 계산결과는 표 11.3-7에 기술된다. 기체방사성물질의 공기 중 배출경로에 대한 개략도는 그림 11.3-2에 나타나 있다.

기체유출물의 방사능을 평가하기 위한 기본사항은 다음과 같다.

- 가. 적용된 모든 가정사항은 NUREG-0017의 가정사항과 동일하다.
- 나. 방사선원항은 표 11.1-9 및 표 11.1-10에 기술되어 있는 정상운전시의 1차계통 및 2차계통 냉각재 방사선원을 근거로 한다. 방사선원항 계산에 사용된 설계 변수는 표 11.1-1 및 표 11.1-5에 기술되어 있다.
- 다. 원자로건물의 최소자유체적은 $8.86 \times 10^4 \text{ m}^3 (3.13 \times 10^6 \text{ ft}^3)$ 이다.
- 라. 발전소 운전정지로 인해 원자로건물은 1년에 2번의 배기를 실시한다.
- 마. 원자로건물의 연속 저용량배기유량은 $42,475.3 \text{ L/min} (1,500 \text{ scfm})$ 이다.
- 바. 증기발생기 취출수는 복수기로 배출된다.

11.3.6.2 기체 방사성물질 배출지점

기체방사성물질은 보조건물, 원자로건물, 복합건물 및 터빈건물 공기조화계통을 통하여 배출된다. 각 건물의 공기조화계통에 대한 설계특성은 9.4절에 기술되며, 기체방사성물질 배출지점 및 배출고도는 그림 11.3-3에 제시된다.

11.3.6.3 대기확산인자

본 평가에서는 2.3절에 기술된 대기확산인자 및 상대침적인자를 사용한다. 대기확산인자 및 상대침적인자는 환경영향평가보고서에 기술되어야 하는 최소설계기준이다.

다음의 확산 자료가 적용된다.

가. 제한구역경계에서 공기 중 침잠 및 흡입으로 인한 개인선량이 최대가 된다고 가정하며 대기확산인자는 $1.773 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$ 을 적용한다.

| 2

제한구역경계에서의 상대침적인자에 대해서는 2.3.5절에 기술된다.

11.3.6.4 예상피폭선량

방사성기체유출물 배출로 인한 소외선량은 각 방향에 대한 인구분포, 기상자료, 농산물 등과 같은 부지특성에 크게 좌우된다. 소외선량 평가를 위한 부지특성 관련 가정사항은 표 11.3-8과 같다.

연간 기체방사능 배출량, 대기확산인자 및 상대침적인자를 사용하여 계산한 일반인에 대한 최대 피폭선량과 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 선량제한치의 비교는 표 11.3-9와 같고, 연령군별, 장기별, 피폭경로별 개인선량 및 주민 집단선량 평가결과는 표 11.3-12 및 표 11.3-13과 같다. 피폭선량은 규제지침서 1.109에 기술된 계산방법 및 가정과 ICRP-60(참고문헌 3, 4)의 선량환산인자를 이용하여 계산한다.

| 2

11.3.7 기체방사성폐기물관리시스템의 누설 또는 고장

11.3.7.1 사고 전개

11.3절에 기술된 바와 같이 기체방사성폐기물관리시스템은 원자로냉각재계통에서 발생하는 방사성기체나 환경으로 배출하기 전에 자연붕괴를 통한 처리가 요구되는 방사성기체를 수집, 감시 및 저장하도록 설계된다. 기체방사성폐기물관리시스템은 불활성기체를 충분히 방사붕괴시키기 위하여 활성탄지연대를 사용한다.

기체방사성폐기물관리시스템에서 사고란 부주의한 유로변경으로 인하여 활성탄지연대를 통과하지 않은 방사성 Xe 및 Kr이 배출되는 것을 말한다. 사고는 2시간 동안 지속된다고 가정한다.

11.3.7.2 영향분석 및 결과

가. 기본사항

기체방사성폐기물관리시스템의 고장으로 인한 제한구역경계에서의 기체유출물 최대방사능농도를 계산하기 위한 기본사항은 다음과 같다.

1) 기체유출물의 설계기준 방사선원은 SRP BTP ETSB 11-5에 따라 1% 핵

연료결함률기준 원자로냉각재의 설계기준 평형방사능농도를 기준으로 한다. BTP ETSB 11-5에서는 정상운전시의 방사선원에 활성탄지연대 우회 누설로 인한 방사선원을 추가하도록 요구하고 있다. 사고시 기체방사성폐기물관리계통의 방사선원에 기여하는 두 가지 방사선원은 설계기준 원자로냉각재 방사선원을 기준으로 계산한다.

- 2) 사고시 대기확산인자는 $4.738 \times 10^{-4} \text{ sec/m}^3$ 을 적용한다. 이 값은 2.3.4절에 기술된 대기확산인자 값과 동일하다.
- 3) 정상운전시 연간 총기체방사능 배출량과 사고로 인한 기체방사능배출량은 ANSI/ANS 18.1을 사용하여 계산하며 계산된 값에 각 핵종에 대한 증배계수를 곱해준다. 각 핵종에 대한 증배계수는 표 11.1-2에 제시되어 있는 DAMSAM 전산프로그램 등을 사용하여 계산한 설계기준 원자로냉각재 방사선원을 표 11.1-9에 제시된 원자로냉각재 방사선원으로 나누어 줌으로써 얻을 수 있다.
- 4) DAMSAM 전산프로그램 등을 이용하여 계산한 원자로냉각재의 방사능농도가 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 방사능농도보다 작은 핵종에 대해서는 보수적인 결과를 얻기 위해 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 값을 사용한다.
- 5) 입자핵종 및 요오드핵종은 전처리 설비에 의해 모두 제거되는 것으로 가정한다. 그러므로 이 평가에서는 외부피폭으로 인한 유효선량만을 계산한다.

나. 계산방법

기체방사성폐기물관리계통에서 배출되는 불활성기체의 배출량을 계산하기 위해 DAMSAM 전산프로그램 등을 사용하여 계산한 원자로냉각재 방사선원을 사용한다. DAMSAM 전산프로그램 등은 SRP 11.3절에 따라 연속탈기운전을 가정한 원자로냉각재 평형방사능농도를 계산한다. 계산된 원자로냉각재방사능농도는 각 핵종에 대한 증배계수를 계산하기 위해 ANSI/ANS 18.1을 사용하여 계산한 원자로냉각재 방사능농도로 나누어 준다. 기체방사성폐기물관리계통 고장으로 인한 사고시 기체유출물 방사능 배출량은 ANSI/ANS 18.1을 사용하여 계산한다. 각 핵종에 대해 사고로 인한 배출량과 정상운전으로 인한 배출량을 각각 더해준 후 외부피폭에 대한 유효선량을 계산하기 위하여 각 핵종에 대한 증배계수, 사고시 대기확산인자 및 선량환산인자를 곱해준다.

기체방사성폐기물관리계통 고장으로 인한 외부피폭선량을 계산하는 식은 다음과 같다.

$$D = \sum K(i)Q(i)X/Q$$

여기서, D : 유효선량(mSv)

$K(i)$: ICRP-72에 근거한 핵종 i 의 선량환산인자(mSv-m³/Bq/sec)

$Q(i)$: 사고시 2시간 동안 불활성핵종 i 의 배출량(Bq/2 hr)

$$= [R(i)_{\text{norm}} + R(i)_0] \times MF(i)$$

$R(i)_{\text{norm}}$: 정상운전시 2시간 동안 기체방사능배출량(Bq/2 hr)

(표 11.3-6)

$R(i)_0$: 사고시 2시간 동안 기체방사능배출량(Bq/2 hr)

$MF(i)$: 핵종 i 에 대한 증배계수

$$= \frac{RCS(i)_{DAMSAM}(\text{표 11.1-2})}{RCS(i)_{GALE}(\text{표 11.1-9})}$$

X/Q : 제한구역경계에서 사고시 대기확산인자(sec/m³)

다. 계산결과

제한구역경계에 대해 계산된 유효선량은 3.81E-3 mSv으로서 SRP에서 제시하고 있는 선량제한치 1 mSv를 만족한다.

2

11.3.8 정상운전시 기체유출물의 방사능농도

기체방사성폐기물관리계통은 불활성기체를 소외로 배출하기 전에 활성탄지연대를 사용하여 지연붕괴 처리시킨다. 예상운전과도를 포함한 정상운전시 제한구역경계에서의 연평균 방사능농도는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준을 만족하는지를 판단하기 위해 비교 분석된다.

2

11.3.8.1 영향 및 결과 분석

가. 기본사항

정상운전시 기체유출물의 방사능농도를 평가하기 위한 기본사항은 다음과 같다.

- 1) 기체방사성폐기물관리계통은 일정한 유량으로 설계기준방사선원을 배출한다.
- 2) 설계기준 기체유출물방사선원은 SRP 11.3절에 따라 1% 핵연료결함률기준 원자로냉각재 방사능농도를 기준으로 한다. 정상운전동안 원자로냉각재계

통은 체적제어계통의 탈기기에 의해 연속탈기운전된다고 가정한다. 원자로냉각재계통 방사선원은 DAMSAM 전산프로그램 등을 이용하여 계산하며 표 11.1-2에 기술된다.

3) 정상운전시 대기확산인자는 $1.773 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$ 을 적용한다. 이 값은 11.3.6.3절에 기술된 대기확산인자 값과 동일하다. | 2

4) 연간 총기체유출물 방사능 배출량에 각 핵종에 대한 증배계수를 곱해준다. 각 핵종에 대한 증배계수는 표 11.1-2에 기술되어 있는 DAMSAM 전산프로그램 등을 사용하여 계산한 설계기준 원자로냉각재 방사선원을 표 11.1-9에 기술된 ANSI/ANS 18.1로 계산한 원자로냉각재 방사선원으로 나누어 줌으로서 계산된다.

원자로냉각재의 설계기준 방사능농도가 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 방사능농도보다 작은 핵종에 대해서는 보수적인 결과를 얻기 위해 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 값을 사용한다.

나. 계산방법

제한구역경계에서 기체유출물의 방사능농도를 계산하기 위하여 DAMSAM 전산프로그램 등을 사용하여 계산한 방사선원을 사용한다. DAMSAM 전산프로그램은 SRP 11.3절에 따라 핵연료결합률 1% 기준 연속탈기운전을 가정한 원자로냉각재의 평형 방사능농도를 계산하기 위하여 사용된다. 계산된 원자로냉각재 평형방사능농도는 각 핵종에 대한 증배계수를 얻기 위하여 ANSI/ANS 18.1을 이용하여 계산한 원자로냉각재 방사능농도로 나눈다. 제한구역경계에서 기체유출물에 대한 방사능농도를 계산하기 위해 PWR-GALE에 의해 계산된 기체방사성폐기물 배출로 인한 연간 총방사능배출량(Bq/yr)에 핵종별 증배계수 및 대기확산인자를 곱해준다. 계산된 방사능농도는 규제치 만족여부를 판단하기 위하여 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준 방사능농도와 비교된다. | 2

제한구역경계에서 연평균 기체유출물의 방사능농도를 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$C(i) = R(i) \times MF(i) \times \chi / Q \times CF$$

여기서,

$C(i)$: 제한구역경계에서 핵종 i 의 방사능농도(Bq/ml)

χ / Q : 제한구역경계에서 대기확산인자($1.773 \times 10^{-5} \text{ sec/m}^3$)(11.3.6.3절 참조) | 2

$R(i)$: 기체유출물에 의한 핵종 i 의 배출률(Bq/yr)(표 11.3-7 참조)

$MF(i)$: 핵종 i 에 대한 증배계수

$$= \frac{RCS(i)_{DAMSAM}(\text{표 11.1-2})}{RCS(i)_{GALE}(\text{표 11.1-9})}$$

CF : 단위환산인자

$$= 3.17E-14 \left(\frac{yr-m^3}{sec-ml} \right)$$

각 핵종 i 에 대한 기체유출물농도와 비는 다음과 같이 계산한다.

$$FEC(i) = \frac{C(i)}{EC(i)}$$

여기서,

$FEC(i)$: 핵종 i 에 대한 유출물농도비

$EC(i)$: 핵종 i 의 배출관리기준농도(Bq/ml)[원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 참조]

2

다. 계산결과

제한구역경계에서 기체유출물의 방사능농도는 표 11.3-10에 기술되어 있으며 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 배출관리기준을 만족한다.

2

11.3.9 참고문헌

1. NUREG-0017, "Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors", U.S. NRC, April, 1985.
2. Gaseous Radioactive Waste Processing System for Light Water Reactor Plants, ANSI/ANS 55.4, 1993.
3. ICRP Publication 71, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 4, Inhalation Dose Coefficients(1995), The International Commission on Radiological Protection.
4. ICRP Publication 72, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5, Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients(1995), The International Commission on Radiological Protection.

5. ANSI/ANS 18.1 "Radioactive Source Term for Normal Operation of Light-Water Reactors," ANSI/ANS 18.1, 1984.
6. Regulatory Guide 1.143, Rev.2, "Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants," U.S. NRC, November 2001.
7. 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)

표 11.3-1

기체방사성폐기물관리계통 설계 가정사항

항 목	예상(운전기준)	설계 기준
화학 및 체적제어계통 탈기	<ul style="list-style-type: none"> - 탈기기의 연속 운전 - 추출유량 : 302.8 L/min (80 gpm) - 용존 기체의 비체적 : 30 cm³/kg - 기체 배출량 : 9.06 L/min (0.32 scfm) 	<ul style="list-style-type: none"> - 탈기기의 연속 운전 - 추출유량 : 302.8 L/min (80 gpm) - 용존 기체의 비체적 : 30 cm³/kg - 기체 배출량 : 9.06 L/min (0.32 scfm)
원자로냉각재계통 배기	<ul style="list-style-type: none"> - 주기당 1회 배기 - 배출량 : 7.78 m³/주기 (275 ft³/주기) 	<ul style="list-style-type: none"> - 30일 주기내 1회 배기 - 배출량 : 7.78 m³/30일 (275 ft³/30일)
체적제어탱크 배기	<ul style="list-style-type: none"> - 주기당 1회 배기 - 배출량 : 12.69 m³/주기 (448 ft³/주기) 	<ul style="list-style-type: none"> - 30일 주기 내 4회 배기 - 배출량 : 50.74 m³/30일 (1,792 ft³/30일)
체적제어탱크 시료분석	<ul style="list-style-type: none"> - 시료분석시 - 배출량 : 6.51 L/min (0.23 scfm) 	<ul style="list-style-type: none"> - 연속 배기 - 배출량 : 6.51 L/min (0.23 scfm)
원자로배수탱크	<ul style="list-style-type: none"> - 연속 배기 - 배출량 : 0.68 L/min (0.024 scfm) 	<ul style="list-style-type: none"> - 연속 배기 - 배출량 : 0.68 L/min (0.024 scfm)
기기배수탱크	<ul style="list-style-type: none"> - 연속 배기 - 배출량 : 0.14 L/min (0.005 scfm) 	<ul style="list-style-type: none"> - 연속 배기 - 배출량 : 0.14 L/min (0.005 scfm)

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-2

기체방사성폐기물관리계통으로 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)
화학 및 체적제어계통				
체적제어탱크	H ₂	70.75(2,500)	622(22)	0.17(0.006)
	N ₂	17.26(610)		0.06(0.002)
	O ₂	1.83(65)		4.53E-03(1.6E-04)
화학 및 체적제어계통				
탈기기 ²⁾	H ₂	4018.6 (142,000)	566(20)	9.57 (0.338)
	N ₂	83.49(2,950)		0.2 (0.007)
	O ₂	1.13(40)		2.69E-03(9.5E-05)
화학 및 체적제어계통				
원자로배수탱크	H ₂	0	622(22)	0 (0)
	N ₂	219.58(7,759)		0.57 (0.02)
	O ₂	0		0 (0)
화학 및 체적제어계통				
기기배수탱크	H ₂	0	566(20)	0 (0)
	N ₂	54.93(1,940)		0.14(0.005)
	O ₂	0		0 (0)

1) 최대 유량은 추정된 예상 최대값이며, 지속적인 운전 수치는 아님.

2) 탈기기로부터의 수치는 지속적인 탈기를 가정한 값으로부터 산출된 것임.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-3

기체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 발생원별 설계기준 비방사능¹⁾
(Bq/cc)

핵종	원자로배수탱크 ²⁾	채적제어탱크	탈기기 ³⁾	기기배수탱크 ⁴⁾
Kr-85m	2.7E+04	1.0E+03	1.0E+06	2.5E+03
Kr-85	6.6E+02	2.7E+01	2.5E+04	6.2E+01
Kr-87	2.6E+04	8.9E+02	9.8E+05	2.5E+03
Kr-88	6.6E+04	2.5E+03	2.5E+06	6.2E+03
Xe-131m	6.6E+03	1.5E+02	2.5E+05	6.2E+02
Xe-133m	1.7E+03	3.9E+01	6.4E+04	1.6E+02
Xe-133	8.6E+05	2.0E+04	3.2E+07	8.1E+04
Xe-135m	2.0E+04	2.5E+02	7.7E+05	1.9E+03
Xe-135	1.2E+05	2.5E+03	4.4E+06	1.1E+04
Xe-137	4.9E+03	2.7E+01	1.9E+05	4.7E+02
Xe-138	1.7E+04	2.0E+02	6.6E+05	1.7E+03
I-131	9.8E+01	1.7E+00	3.3E+01	9.3E-01
I-132	2.6E+01	4.2E-01	8.9E+00	2.5E-01
I-133	1.4E+02	2.3E+00	4.7E+01	1.3E+00
I-134	1.6E+01	2.4E-01	5.6E+00	1.5E-01
I-135	7.6E+01	1.2E+00	2.6E+01	7.2E-01
Br-84	7.6E-01	1.0E-02	2.6E-01	7.2E-03
H-3 ⁵⁾	1.0E+01	1.0E+01	1.7E+01	1.0E+00

- 1) 1.0 % 핵연료손상률과 탈기기 연속운전 적용
- 2) 원자로배수탱크의 비방사능은 기체방사성폐기물관리계통으로 0.024 scfm의 연속 배기를 가정하여 계산
- 3) 탈기기의 비방사능은 기체방사성폐기물관리계통으로 0.32 scfm의 연속 배기를 가정하여 계산
- 4) 기기배수탱크의 기체방사성폐기물관리계통으로 0.005 scfm의 연속 배기를 가정하여 계산
- 5) H-3의 최대 원자로냉각재 비방사능은 1.3E+05 Bq/cc로 가정

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-4

공기 유출물 분석에 가정된 환기 및 배기계통 유출물 처리

환기 계통	습도 제어 ¹⁾ (Y/N)	고성능 입자 여과기 (Y/N)	활성탄 흡착기 두께 (cm(in))	설계 운전 ²⁾	설계/시험 표준	제염계수 (% Part./ I Removal)
소용량 퍼지	Y	Y	15.24(6)	정상운전	규제지침서 1.140 ³⁾	99/90
대용량 퍼지	Y	Y	-	정상운전	규제지침서 1.140 ³⁾	99/0
핵연료취급지역	Y	Y	10.16(4)	사고시	규제지침서 1.52 ⁴⁾	99/90
핵연료취급지역	Y	Y	-	정상운전	규제지침서 1.140 ³⁾	99/0
보조건물	Y	Y	10.16(4)	정상운전 & 사고시	규제지침서 1.140 ³⁾	99/90
복합건물	Y	Y	10.16(4)	정상운전 & 사고시	규제지침서 1.140 ³⁾	99/90
복수기 진공 ⁵⁾	NA	NA	NA	NA	NA	0/0

1) 상대습도가 제어된다.

2) 사고운전 요건을 가지고 있는 규제지침서 1.52 공기정화기 계통은 정상운전시에는 유량이 흐르지 않는다. 이 환기계통은 고방사능 감지신호 또는 다른 사고 감지시 작동된다.

3) 규제지침서 1.140에 대한 설계시험기준은 고효율입자여과기 및 활성탄흡착기에 대한 성능시험시 사용된다.

4) 규제지침서 1.52에 대한 설계시험기준은 고효율입자여과기 및 활성탄흡착기에 대한 성능시험시 사용된다.

5) 복수기 진공계통에 대해 여과 능력은 제공되지 않는다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-5

기체방사성폐기물관리시스템 계측기 및 제어

장비 또는 기기	측정인자	기록	지시	경보		자동제어
				고	저	
폐기체건조기	냉수출구온도		O			
	배출기체온도		O	O		
	출구기체습분함유량	O		O		
활성탄보호대	활성탄대 온도		O	O		
활성탄지연대	유입기체온도		O	O		
	배출기체온도		O	O		
계통 기체분석기 농도 (체적%)	수소농도(체적%)	O	O			
	산소농도(체적%)	O	O	O		O
계통 배출관	방사선	O	O	O		O
	기체유량	O	O			

범례 : O - 요구됨

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-6 (2 중 1)

기체방사성폐기물관리계통 기기 목록

탱크	
기기명	모관배수탱크
수량	1
설계용량, L(ft ³)	566(20)
설계압력, kg/cm ² (psig)	10.5(150)
설계온도, °C(°F)	93.3(200)
재질	스테인리스강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	활성탄보호대(기체방사성폐기물관리계통 패키지)
수량	2
설계유량, L/min(scfm)	623(22)
설계압력, kg/cm ² (psig)	10.5(150)
설계온도, °C(°F)	93.3(200)
재질	스테인리스강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	활성탄지연대(기체방사성폐기물관리계통 패키지)
수량	4
총 활성탄 질량, kg(lbm)	19,051(42,000)
설계유량, L/min(scfm)	57(2)
설계압력, kg/cm ² (psig)	10.5(150)
설계온도, °C(°F)	93.3(200)
재질	탄소강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	고성능입자여과기(기체방사성폐기물관리계통 패키지)
수량	1
설계유량, L/min(scfm)	2,548(90)
설계압력, kg/cm ² (psig)	10.5(150)
설계온도, °C(°F)	93.3(200)
재질	스테인리스강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-6 (2 중 2)

열교환기	
기기명	폐기체건조기(기체방사성폐기물관리계통 패키지)
수량	2
설계유량, L/min(scfm)	623(22)
출구온도, °C(°F)	7.7(46)
설계압력, kg/cm ² (psig)	10.5(150)
설계온도, °C(°F)	93.3(200)
재질	스테인리스강/탄소강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	냉각기(기체방사성폐기물관리계통 패키지)
수량	1
설계유량, kcal/hr(Btu/hr)	100.8(24.0)
유입온도, °C(°F)	11.4(52.5)
배출온도, °C(°F)	5.8(42.5)
재질	탄소강
방사선안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공

표 11.3-7

연간 예상 기체방사성폐기물 배출량 (1개 호기 기준, Bq/yr)

핵 종	기체방사성 폐기물 관리계통	핵연료취급 지역 배기	원자로건물 배기	보조건물 배기	터빈건물 배기	공기추출기 배기	총방사능
I-131	0.00E+00	2.41E+08	7.03E+08	5.92E+08	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+09
I-132	0.00E+00	1.04E+09	2.59E+09	2.52E+09	5.18E+06	0.00E+00	6.29E+09
I-133	0.00E+00	7.40E+08	1.96E+09	1.78E+09	8.88E+06	0.00E+00	4.44E+09
I-134	0.00E+00	1.67E+09	4.07E+09	4.07E+09	4.07E+06	0.00E+00	9.99E+09
I-135	0.00E+00	1.30E+09	3.37E+09	3.18E+09	1.15E+07	4.81E+06	7.77E+09
Kr-85m	0.00E+00	0.00E+00	2.44E+12	1.11E+11	0.00E+00	7.40E+10	2.63E+12
Kr-85	7.10E+13	0.00E+00	1.15E+14	9.25E+11	0.00E+00	4.44E+11	1.89E+14
Kr-87	0.00E+00	0.00E+00	7.40E+11	1.11E+11	0.00E+00	3.70E+10	8.88E+11
Kr-88	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+12	2.22E+11	0.00E+00	1.11E+11	3.22E+12
Xe-131m	3.70E+12	0.00E+00	7.77E+13	7.03E+11	0.00E+00	3.33E+11	8.14E+13
Xe-133m	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+12	7.40E+10	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+12
Xe-133	4.81E+11	0.00E+00	2.33E+14	2.22E+12	0.00E+00	1.04E+12	2.37E+14
Xe-135m	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+11	1.11E+11	0.00E+00	3.70E+10	2.96E+11
Xe-135	0.00E+00	0.00E+00	2.33E+13	6.66E+11	0.00E+00	3.33E+11	2.44E+13
Xe-137	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	1.11E+11	1.11E+11	0.00E+00	3.70E+10	2.59E+11
Cr-51	5.18E+03	6.66E+04	3.40E+06	1.18E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.59E+06
Mn-54	7.77E+02	1.11E+05	1.96E+06	2.89E+04	0.00E+00	0.00E+00	2.11E+06
Co-57	0.00E+00	0.00E+00	3.03E+05	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.03E+05
Co-58	3.22E+03	7.77E+06	9.25E+06	7.03E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+07
Co-60	5.18E+03	3.03E+06	9.62E+05	1.89E+05	0.00E+00	0.00E+00	4.07E+06
Fe-59	6.66E+02	0.00E+00	9.99E+05	1.85E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.04E+06
Sr-89	1.63E+04	7.77E+05	4.81E+06	2.78E+05	0.00E+00	0.00E+00	5.92E+06
Sr-90	6.29E+03	2.96E+05	1.92E+06	1.07E+05	0.00E+00	0.00E+00	2.33E+06
Zr-95	1.78E+03	1.33E+03	0.00E+00	3.70E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.70E+05
Nb-95	1.37E+03	8.88E+05	6.66E+05	1.11E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+06
Ru-103	1.18E+03	1.41E+04	5.92E+05	8.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	6.29E+05
Ru-106	9.99E+02	2.55E+04	0.00E+00	2.22E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.89E+04
Sb-125	0.00E+00	2.11E+04	0.00E+00	1.44E+03	0.00E+00	0.00E+00	2.26E+04
Cs-134	1.22E+04	6.29E+05	9.25E+05	2.00E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.78E+06
Cs-136	1.96E+03	0.00E+00	1.18E+06	1.78E+04	0.00E+00	0.00E+00	1.22E+06
Cs-137	2.85E+04	9.99E+05	2.04E+06	2.66E+05	0.00E+00	0.00E+00	3.33E+06
Ba-140	8.51E+03	0.00E+00	0.00E+00	1.48E+05	0.00E+00	0.00E+00	1.55E+05
Ce-141	8.14E+02	1.63E+02	4.81E+05	9.62E+03	0.00E+00	0.00E+00	4.81E+05
기체방사성폐기물 배출경로를 통한 H-3 총배출량							5.92E+12
기체방사성폐기물 배출경로를 통한 C-14 총배출량							2.70E+11
원자로건물 배기로 인한 Ar-41 총배출량							1.26E+12

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-8

정상운전시 기체배출물에 의한 선량평가에 사용된 가정사항

1. 피폭대상	:	3개월, 1세, 5세, 10세, 15세, 성인					
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	:	-외부피폭 방사능운, 지표면침적 -내부피폭 호흡, 농작물, 우유, 육류					
	:						
	:						
	:						
5. 기체방사성폐기물의 방사능 배출량	:	표 11.3-7 참조					
6. 대기확산인자	:	2.3절 참조					
7. 인구분포	:	2.1절 참조					
8. 농작물생산율, kg/m ²	:	엽채류 4.52, 김장채소 4.53, 곡류 0.36, 과일 1.13, 목초 4.0, 저장사료 0.34					
9. 섭취량							
		3개월	1세	5세	10세	15세	성인
인구분율		8.49E-03	8.49E-03	4.60E-02	5.77E-02	6.95E-02	8.10E-01
호흡률, m ³ /yr							
평균		1.40E+03	2.36E+03	5.25E+03	7.30E+03	7.90E+03	7.40E+03
최대		1.40E+03	2.36E+03	5.25E+03	7.30E+03	7.90E+03	7.40E+03
농작물, kg/yr							
평균		-	1.07E+02	1.59E+02	2.18E+02	2.44E+02	3.03E+02
최대 ¹⁾		7.83E+01	2.04E+02	3.30E+02	4.29E+02	4.82E+02	5.56E+02
우유, L/yr							
평균		-	7.37E+01	6.69E+01	6.31E+01	4.98E+01	1.45E+01
최대		1.21E+02	1.46E+02	1.83E+02	1.46E+02	1.56E+02	7.32E+01
육류, 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

1) 엽채류, 김치, 곡류, 과일 섭취량 포함

표 11.3-9

정상운전시 기체배출물에 의한 제한구역경계에서의 연간 개인선량(mSv/yr)

	선 량	선 량제한치 ¹⁾
베타선에 의한 공기의 흡수선량(mGy/yr)	1.11E-01	2.00E-01
감마선에 의한 공기의 흡수선량(mGy/yr)	3.07E-02	1.00E-01
외부피폭에 의한 피부등가선량	6.88E-02	1.50E-01
외부피폭에 의한 유효선량 ²⁾	1.49E-02	5.00E-02
입자성 방사성물질, H-3, C-14 및 방사성옥소에 의한 인체 장기 등가선량 ³⁾	8.63E-02	1.50E-01

2

1) 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 기준

2) 모든 연령군이 동일함

3) 1세의 갑상선에 대한 등가선량임

2

표 11.3-10

제한구역경계에서 설계기준 연평균 기체배출물 방사능농도

핵종	설계기준 방사능농도 (Bq/m ³)	배출물관리기준 농도 (Bq/m ³)	농도비
H-3	1.17E+01	3.00E+03	3.89E-03
C-14	1.52E-01	1.00E+04	1.52E-05
Ar-41	7.07E-01	5.00E+02	1.41E-03
I-131	4.74E-02	3.00E+00	1.58E-02
I-132	1.19E-02	2.00E+02	5.97E-05
I-133	6.35E-02	2.00E+01	3.17E-03
I-134	7.43E-03	5.00E+02	1.49E-05
I-135	3.40E-02	8.00E+01	4.25E-04
Kr-85m	7.49E+00	5.00E+03	1.50E-03
Kr-85	1.06E+02	1.00E+05	1.06E-03
Kr-87	2.64E+00	8.00E+02	3.30E-03
Kr-88	1.30E+01	3.00E+02	4.32E-02
Xe-131m	4.58E+01	9.00E+04	5.08E-04
Xe-133m	2.70E+00	2.00E+04	1.35E-04
Xe-133	1.22E+03	2.00E+04	6.08E-02
Xe-135m	7.96E-01	2.00E+03	3.98E-04
Xe-135	5.66E+01	3.00E+03	1.89E-02
Xe-138	6.46E-01	6.00E+02	1.08E-03
Cr-51	8.73E-06	3.00E+03	2.91E-09
Mn-54	1.19E-06	8.00E+01	1.48E-08
Co-57	1.71E-07	1.00E+02	1.71E-09
Co-58	9.98E-06	5.00E+01	2.00E-07
Co-60	2.29E-06	7.00E+00	3.27E-07
Fe-59	5.82E-07	3.00E+01	1.94E-08
Sr-89	7.53E-05	7.00E+01	1.08E-06
Sr-90	2.36E-05	3.00E+00	7.87E-06
Zr-95	3.13E-07	3.00E+01	1.04E-08
Nb-95	1.56E-06	5.00E+01	3.11E-08
Ru-103	3.54E-07	1.00E+02	3.54E-09
Ru-106	1.62E-08	9.00E+00	1.80E-09
Sb-125	1.27E-08	5.00E+01	2.54E-10
Cs-134	4.43E-05	1.00E+01	4.43E-06
Cs-136	3.37E-05	5.00E+01	6.73E-07
Cs-137	7.23E-05	1.00E+01	7.23E-06
Ba-140	8.73E-08	7.00E+01	1.25E-09
Ce-141	2.70E-07	2.00E+01	1.35E-08
계			1.56E-01

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.3-11

기체방사성폐기물관리계통 기기관련 규격

기기	설계 및 제작	재질	용접사 인증 및 절차	검사 및 시험
압력용기	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII)
배관 및 밸브	ASME B31.3	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	ASME B31.3
여과기	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME Sec. IX)	KEPIC MGB (해외구매 품목은 ASME Sec. VIII)

표 11.3-12 (3 중 1)

정상운전시 기체배출물에 의한 연령군별, 장기별, 피폭경로별 개인선량
(1개 호기 기준, mSv/yr)

장기	연령군	피폭경로				합계
		방사능운	지표면침적	호흡	섭취	
생식선	3개월	1.47E-02	2.79E-04	2.85E-04	2.32E-02	3.84E-02
	1세	1.47E-02	2.79E-04	3.62E-04	5.24E-02	6.77E-02
	5세	1.47E-02	2.79E-04	5.19E-04	4.96E-02	6.50E-02
	10세	1.47E-02	2.79E-04	5.35E-04	4.70E-02	6.25E-02
	15세	1.47E-02	2.79E-04	4.51E-04	4.07E-02	5.61E-02
	성인	1.47E-02	2.79E-04	4.22E-04	4.05E-02	5.58E-02
골수(적색)	3개월	1.25E-02	1.93E-04	2.86E-04	2.39E-02	3.69E-02
	1세	1.25E-02	1.93E-04	3.63E-04	5.28E-02	6.58E-02
	5세	1.25E-02	1.93E-04	5.19E-04	4.99E-02	6.32E-02
	10세	1.25E-02	1.93E-04	5.35E-04	4.76E-02	6.09E-02
	15세	1.25E-02	1.93E-04	4.53E-04	4.17E-02	5.49E-02
	성인	1.25E-02	1.93E-04	4.23E-04	4.08E-02	5.40E-02
결장	3개월	1.30E-02	2.04E-04	2.88E-04	2.32E-02	3.67E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.65E-04	5.24E-02	6.60E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.21E-04	4.96E-02	6.33E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.36E-04	4.70E-02	6.08E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.52E-04	4.07E-02	5.43E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.23E-04	4.05E-02	5.41E-02
폐	3개월	1.36E-02	1.97E-04	3.11E-04	2.32E-02	3.73E-02
	1세	1.36E-02	1.97E-04	3.97E-04	5.24E-02	6.66E-02
	5세	1.36E-02	1.97E-04	5.69E-04	4.96E-02	6.39E-02
	10세	1.36E-02	1.97E-04	5.86E-04	4.70E-02	6.14E-02
	15세	1.36E-02	1.97E-04	4.95E-04	4.07E-02	5.50E-02
	성인	1.36E-02	1.97E-04	4.60E-04	4.05E-02	5.47E-02
위	3개월	1.30E-02	2.04E-04	3.05E-04	3.72E-02	5.06E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.81E-04	6.55E-02	7.91E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.38E-04	6.12E-02	7.49E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.50E-04	5.36E-02	6.74E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.62E-04	4.57E-02	5.93E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.30E-04	4.47E-02	5.83E-02

2

표 11.3-12 (3 중 2)

장기	연령군	피폭경로				합계
		방사능운	지표면침적	호흡	섭취	
방광	3개월	1.30E-02	2.04E-04	2.99E-04	2.32E-02	3.67E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.82E-04	5.25E-02	6.60E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.60E-04	4.96E-02	6.34E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.84E-04	4.71E-02	6.08E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.98E-04	4.07E-02	5.44E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.55E-04	4.05E-02	5.41E-02
유방	3개월	1.71E-02	2.88E-04	2.85E-04	2.32E-02	4.08E-02
	1세	1.71E-02	2.88E-04	3.62E-04	5.24E-02	7.01E-02
	5세	1.71E-02	2.88E-04	5.18E-04	4.96E-02	6.74E-02
	10세	1.71E-02	2.88E-04	5.34E-04	4.70E-02	6.49E-02
	15세	1.71E-02	2.88E-04	4.51E-04	4.07E-02	5.85E-02
	성인	1.71E-02	2.88E-04	4.22E-04	4.05E-02	5.82E-02
간장	3개월	1.30E-02	2.04E-04	2.85E-04	2.32E-02	3.67E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.63E-04	5.25E-02	6.60E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.18E-04	4.96E-02	6.33E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.34E-04	4.70E-02	6.08E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.51E-04	4.07E-02	5.44E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.22E-04	4.05E-02	5.41E-02
식도	3개월	1.30E-02	2.04E-04	2.90E-04	2.32E-02	3.67E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.68E-04	5.24E-02	6.60E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.23E-04	4.96E-02	6.33E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.38E-04	4.70E-02	6.08E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.53E-04	4.07E-02	5.43E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.23E-04	4.05E-02	5.41E-02
갑상선	3개월	1.45E-02	2.18E-04	5.80E-03	4.19E-02	6.25E-02
	1세	1.45E-02	2.18E-04	9.09E-03	7.95E-02	1.03E-01
	5세	1.45E-02	2.18E-04	1.09E-02	7.68E-02	1.02E-01
	10세	1.45E-02	2.18E-04	7.47E-03	6.18E-02	8.40E-02
	15세	1.45E-02	2.18E-04	5.17E-03	5.26E-02	7.26E-02
	성인	1.45E-02	2.18E-04	3.25E-03	4.77E-02	6.57E-02

표 11.3-12 (3 중 3)

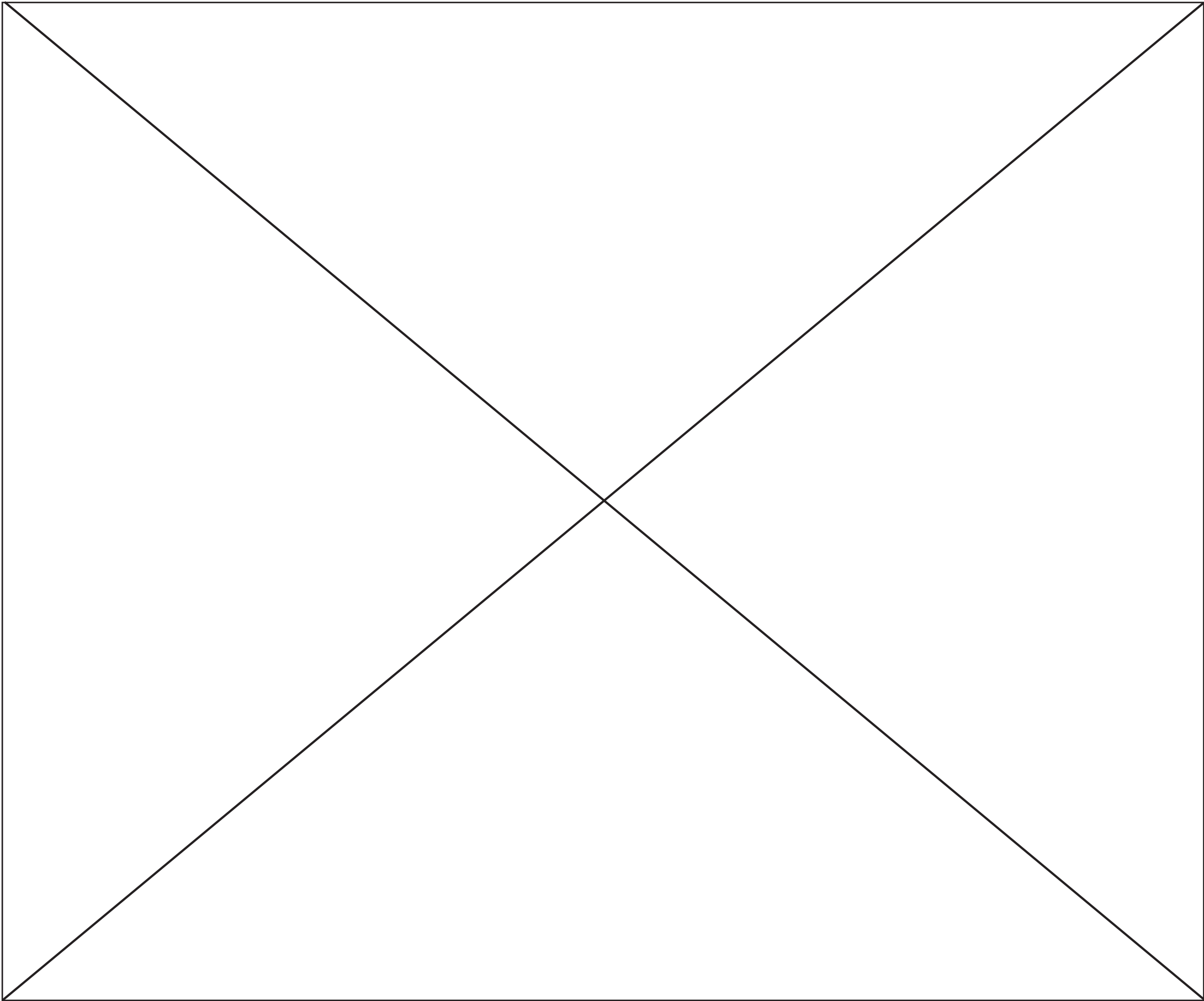
장기	연령군	피폭경로				합계
		방사능운	지표면침적	호흡	섭취	
피부	3개월	6.82E-02	7.45E-04	2.85E-04	2.32E-02	9.25E-02
	1세	6.82E-02	7.45E-04	3.62E-04	5.24E-02	1.22E-01
	5세	6.82E-02	7.45E-04	5.17E-04	4.96E-02	1.19E-01
	10세	6.82E-02	7.45E-04	5.33E-04	4.70E-02	1.17E-01
	15세	6.82E-02	7.45E-04	4.50E-04	4.07E-02	1.10E-01
	성인	6.82E-02	7.45E-04	4.22E-04	4.05E-02	1.10E-01
골표면	3개월	3.26E-02	4.55E-04	2.86E-04	2.43E-02	5.77E-02
	1세	3.26E-02	4.55E-04	3.63E-04	5.30E-02	8.65E-02
	5세	3.26E-02	4.55E-04	5.20E-04	5.04E-02	8.40E-02
	10세	3.26E-02	4.55E-04	5.37E-04	4.88E-02	8.24E-02
	15세	3.26E-02	4.55E-04	4.56E-04	4.44E-02	7.80E-02
	성인	3.26E-02	4.55E-04	4.24E-04	4.13E-02	7.48E-02
기타장기	3개월	1.30E-02	2.04E-04	2.96E-04	2.32E-02	3.67E-02
	1세	1.30E-02	2.04E-04	3.78E-04	5.24E-02	6.60E-02
	5세	1.30E-02	2.04E-04	5.35E-04	4.96E-02	6.33E-02
	10세	1.30E-02	2.04E-04	5.48E-04	4.70E-02	6.08E-02
	15세	1.30E-02	2.04E-04	4.60E-04	4.07E-02	5.43E-02
	성인	1.30E-02	2.04E-04	4.35E-04	4.05E-02	5.41E-02
유효선량	3개월	1.47E-02	2.41E-04	5.70E-04	2.59E-02	4.14E-02
	1세	1.47E-02	2.41E-04	8.10E-04	5.38E-02	6.95E-02
	5세	1.47E-02	2.41E-04	1.05E-04	5.24E-02	6.83E-02
	10세	1.47E-02	2.41E-04	8.93E-04	4.90E-02	6.48E-02
	15세	1.47E-02	2.41E-04	6.97E-04	4.22E-02	5.78E-02
	성인	1.47E-02	2.41E-04	5.73E-04	4.16E-02	5.71E-02

표 11.3-13

정상운전시 기체배출물에 의한 주민 집단선량
(1개 호기 기준, person-mSv/yr)

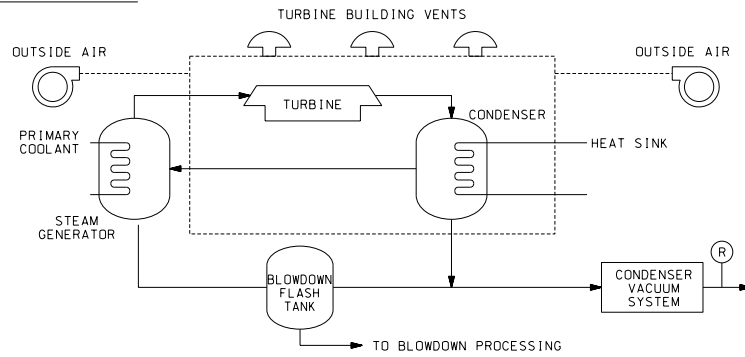
피폭경로	유효선량	감상선등가선량	피부등가선량
방사능운	2.53E+01	2.48E+01	2.09E+02
지표면침적	5.71E-01	5.11E-01	1.69E+00
호흡	2.30E+00	1.21E+01	1.77E+00
농작물섭취	9.83E+01	9.63E+01	9.63E+01
우유섭취	2.13E+00	2.08E+00	2.08E+00
육류섭취	8.02E+00	7.86E+00	7.86E+00
계	1.37E+02	1.44E+02	3.19E+02

2

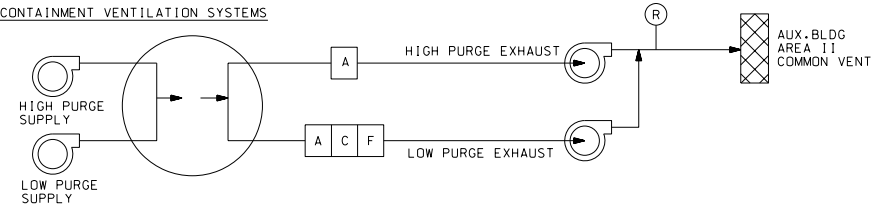


	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>기체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도</p> <p>그림 11.3-1</p>	

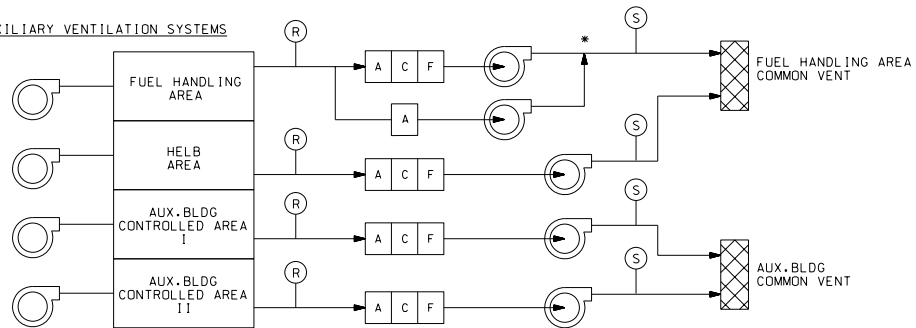
SECONDARY SYSTEM



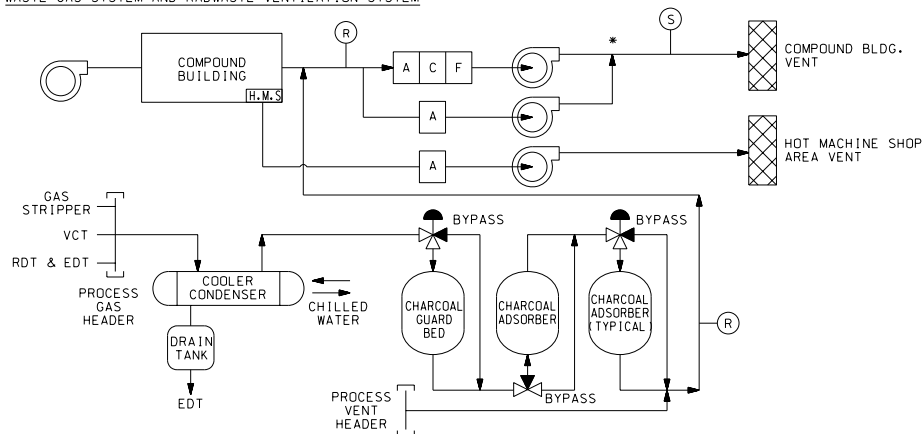
CONTAINMENT VENTILATION SYSTEMS



AUXILIARY VENTILATION SYSTEMS



WASTE GAS SYSTEM AND RADWASTE VENTILATION SYSTEM



LEGEND

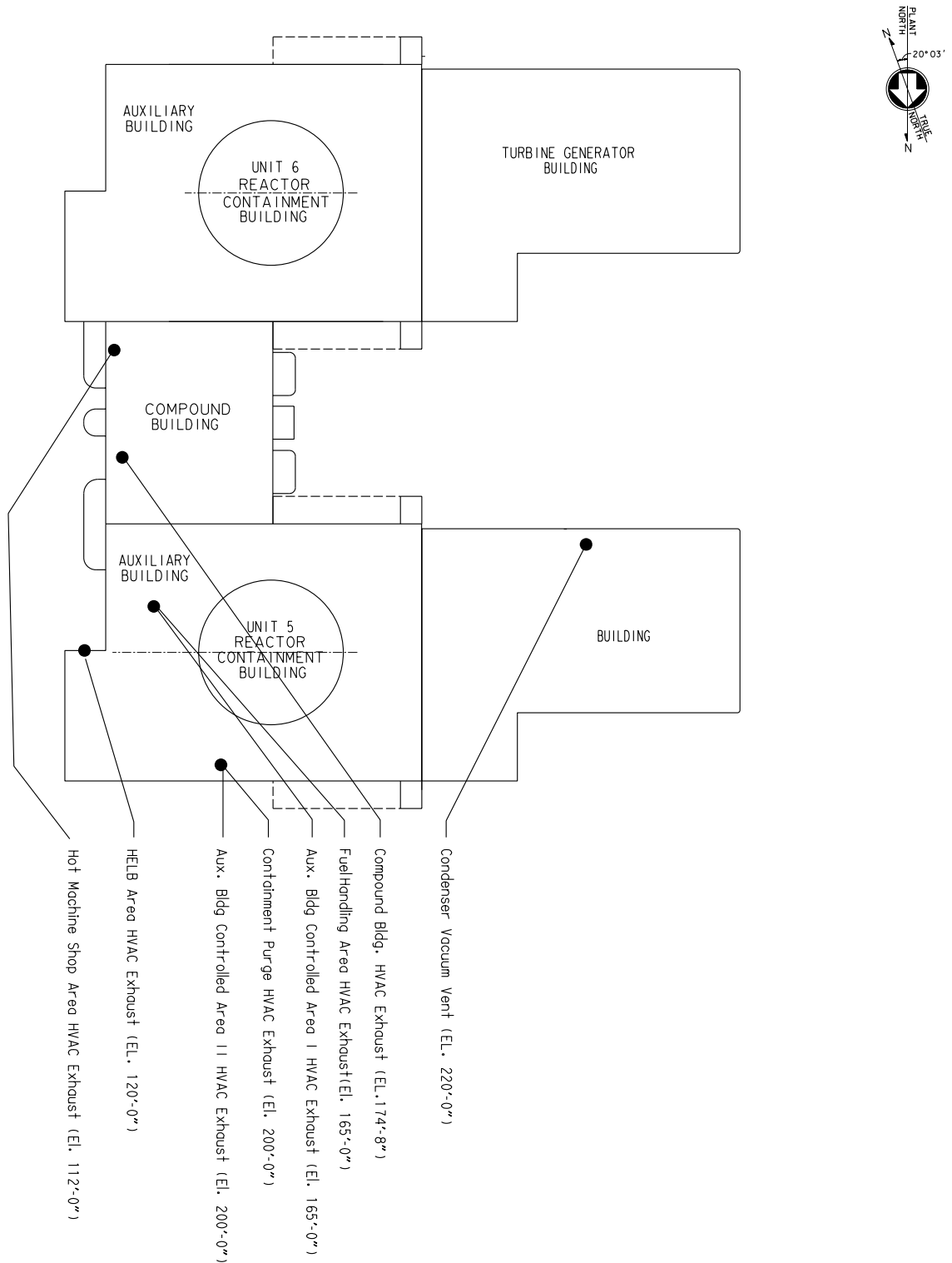
- A : HIGH EFFICIENCY PARTICULATE AIR FILTER
- C : CARBON ADSORBER
- * : NORMALLY THROUGH HEPA FILTER, UPON A RADIATION ALARM, THE EXHAUST WILL BE DIVERTED TO THE FILTER HAVING CHARCOAL FILTER
- F : POST FILTER (HEPA FILTER)
- R : RADIATION MONITOR
- S : SAMPLER



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

기체방사성폐기물의 공기중 방출경로

그림 11.3-2



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

기체방사성폐기물의 방출지점 및
방출고도

그림 11.3-3

11.4 고체방사성폐기물관리계통

고체방사성폐기물관리계통은 고체방사성폐기물을 수집, 분리, 처리, 시료채취, 감시 및 포장하기 위한 수단을 제공하여 종사자, 일반대중 및 환경을 보호하도록 설계된다. 포장된 폐기물은 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고 또는 영구처분장으로 이송하기 전에 복합건물 내에 일정기간 저장된다. 고체방사성폐기물관리계통은 허가된 처분장으로 운송하기 전에 일정기간 임시 저장하기 위해 습식폐기물과 건조폐기물을 모두 처리한다.

복합건물에 일정기간 저장한 폐기물드럼 등 발전소에서 발생한 포장 폐기물을 취급하고 이들 폐기물을 영구처분시설로 이송하기 전까지 저장하기 위해 공용설비인 중저준위폐기물 저장 부계통이 설치되어 있다. 본 계통은 발전소 부지내 중저준위방사성폐기물 임시저장고에 위치한다.

2

11.4.1 설계기준

11.4.1.1 기준 및 평가

고체방사성폐기물관리계통은 다음의 SRP 11.4절의 허용기준에 따라 설계된다.

- 가. 환경으로의 방사성물질의 배출은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조 및 제34조와 10 CFR 50 부록 A(일반설계기준 60 및 64)에 따라 제어되고 감시되어야 한다.

1

고체방사성폐기물관리계통은 습식폐기물의 탈수처리 동안 제거되는 액체방사성폐기물이 환경으로 배출되기 전에 액체방사성폐기물관리계통으로 되돌려져 처리되도록 설계된다. 수지 알갱이가 액체방사성폐기물관리계통을 통해 환경으로 부주의하게 배출되는 것을 방지하기 위하여 막힘없는 철사형 스크린(non-clogging wire screen)이 수지저장탱크 및 포장용기에 설치된다.

건조폐기물 처리구역에 수집된 기체는 복합건물 공기조화계통을 통해 발전소 배기구로 배출된다. 고체방사성폐기물 압축기는 고성능입자여과기를 포함한 공기여과계통을 갖춘다. 팬은 압축시 발생하는 배기기체를 고성능입자여과기로 통과시키고 배기기체는 복합건물 공기조화계통을 통해 여과되고 환경으로 배출된다. 여과계통은 공기 중 오염물질이 여과되지 않고 환경으로 배출되는 것을 막아준다.

- 나. 고체방사성폐기물관리계통의 운전시 발생하는 액체와 기체 유출물은 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한요건을 만족하여야 한다.

2

발전소 정상운전과 예상운전과도 동안 제한구역경계로 배출되는 액체 및 기체 유출물은 각각 액체방사성폐기물관리계통과 복합건물 공기조화계통을 통해 배출된다.

- 다. 고체방사성폐기물관리계통은 예상운전과도 사건을 포함한 정상운전을 방해하

지 않도록 설계되어야 한다.

고체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143에 따라 설계된다. 수지저장탱크 같은 주요 기기가 손상되었을 경우 그 내용물을 수용하기 위해 주요 기기 주위에 연석이 설치된다.

고체방사성폐기물관리계통은 최대 예상 유입량을 수용할 수 있는 충분한 저장 및 완충 용량을 갖도록 설계된다. 새로운 공정 및 기기 구성 적용에 따른 고체방사성폐기물관리계통의 변경을 수용하고 일시적으로 임대된 장비의 배치가 가능하도록 추가 공간이 제공된다.

- 라. 고체방사성폐기물관리계통은 운전 및 정비원의 피폭이 합리적으로 달성 가능한 한 낮게(ALARA) 유지함으로써 종사자 피폭에 대한 설계 목적을 만족하도록 한다.

편의성 및 작업시간 단축을 위해 적절한 공간을 확보하고 크레인 및 모노레일과 같은 기기를 설치한다. 계통 정상운전은 복합건물 제어실에서 원격 조정된다. 이는 종사자가 저방사선구역에서 작업할 수 있도록 한다. 비디오 모니터는 고체방사성폐기물관리계통의 처리 및 포장 지역에 이용되어 종사자의 피폭을 감소시킨다.

- 마. 고체방사성폐기물관리계통은 농축폐액, 폐수지와 같은 습식 고체방사성폐기물을 건조 및 탈수처리 후 처분에 적합한 형태로 폴리머고화하여 폐기물 드럼에 포장할 수 있도록 설계한다.

폐수지저장탱크로부터 채취된 시료는 폐기물을 처분하기 전에 분류하는데 이용된다. 임시 저장되는 모든 고체방사성폐기물은 10 CFR 71과 원자력안전위원회 고시 제2014-50호(방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 규정)에 따라 포장된다.

| 2

- 바. 고체방사성폐기물관리계통에서 처리된 폐기물 포장물은 국내 방사성폐기물 인도규정 및 국내 처분장 인수기준의 폐기물 특성 요건을 만족하여야 한다.

- 사. 고체방사성폐기물관리계통은 운전사고에 따른 배출 결과가 원자력안전위원회 고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한요건을 만족하도록 설계된다.

| 2

고체방사성폐기물관리계통의 주요기기 고장시 내용물은 복합건물 구조물 내에 수용된다. 기기에서 배출되는 액체는 집수조로 수집된 후 액체방사성폐기물관리계통으로 이송되어 처리된다. 기기에서 배출되는 기체는 모두 복합건물로

배출되고 복합건물 공기조화계통을 통해 여과되어 환경으로 배출된다. 따라서 관리되지 않고 환경으로 배출되는 액체나 기체는 없다.

- 아. 폐수지 이송 및 저장 부계통의 폐수지수집탱크는 계통의 설비에서 처리되기 전 단수명 핵종이 적어도 30일 동안 붕괴될 수 있는 용량을 갖추어야 한다.
- 자. 처리된 고체방사성폐기물은 10 CFR 71과 원자력안전위원회고시 제2014-50호 (방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 규정)에 명시된 규제요건에 따라 포장되어 임시 저장된다.

| 2

11.4.1.2 규격 및 표준

고체방사성폐기물관리계통은 다음과 같은 규제지침서 1.143의 규제입장(C.3, C.4, C.5, C.6 및 C.7)에 제시된 지침에 따라 설계, 제작 및 시험되며, 각 기기들에 적용되는 규격은 표 11.4-4에 제시되어 있다.

- 가. 고체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.3에 따라 설계 및 시험된다.
 - 1) 고체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.3.1, C.3.2, C.3.3 및 C.3.4에 따라 표 1에 수록된 규격 및 표준으로 설계, 제작 및 시험된다.
 - 2) 고체방사성폐기물관리계통의 압력유지부분에 사용되는 재질은 KEPIC MD(해외구매 품목은 ASME Sec. II)에서 제시하는 요건에 따라 설계된다. 고체방사성폐기물관리계통에 사용된 재질은 정상 및 예상운전과도조건에서 화학적, 물리적 및 특정 방사선 환경에 적합하여야 한다. 가단철, 연철 또는 주철 및 플라스틱 재질 등은 고체방사성폐기물관리계통에 사용할 수 없다.
 - 3) 고체방사성폐기물관리계통은 복합건물에 수용된다. 고체방사성폐기물관리계통을 수용하는 구조물 기초 및 벽은 건물 내에 예상되는 최대 액체 재고량을 수용할 수 있는 충분한 높이까지 규제입장 C.6에 기술된 요건들을 만족하도록 설계된다.
 - 4) 습식폐기물 및 건조폐기물을 저장, 수집 및 처리하는 고체방사성폐기물관리계통 설비 및 기기는 규제지침서 1.143의 규제입장 C.6에 명시된 내진 기준을 만족하도록 설계된다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

나. 고체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4에 따라 설계되고 시험된다.

- 1) 복합건물에 수용된 고체방사성폐기물관리계통은 습식폐기물과 건조폐기물 처리중에 발생하는 액체와 기체가 환경으로 직접 배출되지 않도록 설계된다. 고체방사성폐기물관리계통은 습식폐기물의 탈수처리 동안 제거되는 액체방사성폐기물이 액체방사성폐기물관리계통으로 되돌려져 처리되도록 설계된다. 건조폐기물 처리구역에 수집된 기체는 배출경로가 감시되고 여과된 후에 복합건물 공기조화계통을 통해 발전소 배기구로 배출된다.

또한, 규제지침서 8.8 지침에 따라 운전원의 피폭이 합리적으로 달성 가능한 한 낮게(ALARA) 유지하여 접근, 운전, 검사, 시험 및 정비를 용이하게 하기 위해 충분한 공간이 복합건물 내에 마련된다.

- 2) 품질보증계획은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7에 기술된 것과 같은 규정이 적용된다.
- 3) 고체방사성폐기물관리계통에서 압력 유지 기기들은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.3에 따라 제작된다.

공정계통의 압력유지 기기들은 최대로 실행할 수 있는 한도까지 용접이음 방법으로 설치된다. 공정계통에는 시료채취 및 계측 배관상에 첫 번째 루트밸브까지 포함된다. 단, 정비 또는 운전 여건 상 필요한 곳에 한하여 플랜지 연결방법 또는 신속한 차단이 가능한 적절한 연결구류가 사용된다. 나사산이 유일한 밀봉 역할을 하는 나사형 이음방법은 계기 연결부 또는 펌프 케이싱 배기 및 배수 연결부를 제외하고 사용하지 않는다. 공정배관의 크기는 공칭직경 1.93 cm(3/4 in) 이상이다. 밀봉용접으로 보완한 나사형 이음, 기계적 이음 또는 소켓 용접은 공칭직경 1.93 cm(3/4 in) 이상 6.35 cm (2-1/2 in) 미만 배관에 사용된다. 6.35 cm(2-1/2 in)이상 배관에 대해 배관은 맞대기용접 방법이 사용된다. 비 소모성 받침링은 수지 또는 입자성 물질 이송 배관에 사용하지 않는다. 압력유지 기기들의 압력경계를 이루는 모든 용접은 KEPIC MQ에 따라 수행된다.

- 4) 고체방사성폐기물관리계통 내의 배관은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.4에 따라 수압시험이 수행된다. 운전중 배관계통시험은 KEPIC(해외구매품목은 ASME 코드) 또는 계통배관규격서에 따라 수행된다. 계통의 수압시험이 수행될 경우 2.54 cm(1 in) 미만 배관을 수리, 교체, 변경할 때, 수압시험으로 기기손상 가능성이 있을 때 또는 다른 계통 및 기기 시험과 연계되어 있을 때에는 수압시험을 면제할 수 있다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

5) 고체방사성폐기물관리계통은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.4.5에 따라 계통의 운전성을 평가하기 위해 주기적 시험이 가능하도록 설계된다.

다. 고체방사성폐기물관리계통 및 구조물은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.5에 따라 방사선량 및 핵종별 방사능농도 평가를 통해 방사선 안전등급(RW-IIa, RW-IIb, RW-IIC)으로 분류되고, 방사선 안전등급별로 규제지침서 1.143의 규제입장 C.6의 자연현상 및 인위적 위험에 대비한 설계요건을 준수하여야 한다.

라. 고체방사성폐기물관리계통 기기들의 설계, 설치, 구매 및 제작에 대한 품질보증계획은 규제지침서 1.143의 규제입장 C.7과 일치하여야 한다. 고체방사성폐기물관리계통 각 기기의 내진범주, 품질등급 및 안전등급이 표 3.2-1에 기술되어 있다.

11.4.1.3 특성

설계기준을 만족시키는 특성은 다음과 같다.

가. 계통은 특정 시점 또는 특정 폐기물 처리를 위해 가장 경제적으로 선택할 수 있는 이동식 설비를 수용할 수 있는 시설을 갖추고 있다.

나. 정상 계통운전은 운전원이 매우 효율적인 통합 업무를 수행할 수 있도록 복합 건물 제어실에서 원격 조정된다.

다. 능동 및 교체가능 기기들의 이동 및 수리가 용이하도록 크레인 또는 모노레일과 같은 인양기기가 접근 가능한 곳에 있다.

11.4.2 계통 설명

11.4.2.1 일반 설명

고체방사성폐기물관리계통의 주요한 기능은 부지 내 중저준위폐기물 임시저장고 또는 허가된 처분시설로 이송하기 전에 일정기간 동안 임시저장을 하기 위해 건조된 중저준위 방사성폐기물을 취급할 뿐만 아니라, 액체방사성폐기물관리계통 및 1차측 유출계통에서 발생하는 폐수지, 여과기 등을 처리하여 규제지침에 부합되고 경제적으로 포장할 수 있도록 처리하는 수단을 제공하는 것을 포함한다.

고체방사성폐기물관리계통은 다음의 부계통으로 분류된다.

- 가. 폐수지 이송 및 저장 부계통
- 나. 여과기 및 막 취급 부계통
- 다. 건조폐기물 분류 및 처리 부계통
- 라. 농축폐액처리 부계통
- 마. 폴리머고화처리 부계통
- 바. 중저준위폐기물 저장 부계통

폐수지 이송 및 저장 부계통은 사용된 방사성 탈염기 및 이온교환기 수지들을 각 용기에서 폐수지탱크까지 이송하여 저장할 수 있도록 설계된다. 이 계통의 주요기기들은 저장 방사성 폐수지탱크 및 폐수지장기저장탱크 등이다. 폐수지 이송 및 저장 부계통은 그림 11.4-1에서 보여준다.

폐수지탱크는 다수의 탈염기로부터 이송된 방사성 수지를 저장하는 용량을 갖는다. 별도의 폐수지장기저장탱크와 저장방사성폐수지탱크는 처리 전에 방사성 붕괴되도록 폐수지를 수용한다. 화학 및 체적제어계통 탈염기의 폐수지는 장기저장을 위해 폐수지장기저장탱크로 이송된다. 또한, 저장방사성폐수지탱크로부터 폴리머고화처리 부계통으로 폐수지를 이송하기 위해 연결부가 설치된다. 농축액처리설비는 역삼투압설비에서 막분리 공정에서 발생하는 농축액을 건조 처리한 뒤, 폴리머고화처리 부계통에서 폴리머고화처리 후 포장 설비를 이용하여 200 L(55 gal) 드럼에 포장한다.

여과기 및 막 취급 부계통은 폐여과기 카트리지와 폐역삼투막 등을 그 본체로부터 분리하여 배수 후 200 L(55 gal) 드럼에 포장되며, 필요시 제염하여 복합건물 내 폐기물드럼 임시저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다.

차폐된 소내 저장구역은 준위가 높은 포장 폐기물을 임시 저장할 수 있도록 한다. 시설은 예상 폐기물 발생량이 가장 많을 시기를 포함한 6개월 동안 발생된 모든 포장용기의 최대량을 저장할 수 있도록 설계된다. 처리 및 저장구역에 포장 폐기물을 트레일러에 직접 선적할 수 있고 상부에 충분한 여유가 있어 인접한 트럭베이로 직접 접근할 수 있는 천정크레인이 설치된다. 크레인은 크레인에 설치된 비디오카메라를 사용하여 원격 운전되거나 유연성을 제공하기 위해 현장에서 운전된다.

적절하고 경제적인 포장 및 임시저장을 위해 비 오염고체에서 기타 오염된 건조 물질을 분류하는 공간이 제공된다. 오염되었거나 오염 가능성이 있는 걸레, 종이, 의복, 유리 및 소형 폐기물들로 구성된 잡고체폐기물들은 복합건물에 위치한 건조폐기물 분류처리지역에 수집된다. 건조 폐기물은 휴대용 표면오염도 계측기를 이용하여 방사선준위에 따라 방사성건조폐기물과 청정쓰레기로 분류된다. 건조방사성폐기물은 고체방사성폐기물 압축

기로 200 L(55 gal) 드럼 내에 압축 처리하여 밀봉한 후 복합건물 또는 폐기물드럼 임시 저장구역으로 운반하여 반출시까지 저장한다.

중저준위폐기물 저장 부계통은 폐기물드럼을 중저준위방사성폐기물 임시저장고 내에서 취급하고 영구처분시설로 이송하기 전까지 저장하기 위한 계통이다. 중저준위방사성폐기물 임시저장고는 1만 드럼(55 갤론 드럼 기준)을 저장할 수 있는 용량으로 설계된다.

2

11.4.2.2 기기 설명

고체방사성폐기물관리계통 기기에 대한 설계 변수는 표 11.4-3에 기술된다. 배관 및 계장도는 그림 11.4-1에 나타나 있다.

11.4.2.2.1 저방사성폐수지탱크

타원체형 헤드를 갖고 있는 스테인리스강 저방사성 폐수지탱크는 발전소 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통, 액체방사성폐기물관리계통 및 증기발생기 취출계통의 탈염기로부터 제거된 방사성 또는 잠재 방사성 수지를 저장한다.

2

폐수지유동화를 위해 사용되는 탈염수 공급관, 소내용 공기 주입 및 배기관을 통해 수지가 탱크 밖으로 나가는 것을 방지하기 위해 스크린이 설치된다. 탱크 내 수지 높이와 수위 및 수지와 물의 비율을 측정하는 계측은 복합건물 제어실에 제공된다.

수지 슬러리는 탈염수를 이용하여 저방사성 폐수지탱크 내부 하단에 위치해 있는 폐수지 배출관을 통하여 흡입되어 복합건물에 위치한 폐수지폴리머고화설비로 이송된다.

2

폐수지폴리머고화설비는 저방사성 폐수지를 고화처리하기 위해 사용된다. 폐수지폴리머고화설비는 폐수지를 고화하기 위해 일괄처리방식으로 운전된다. 폐수지는 탈염수 공급 압력으로 저방사성폐수지탱크에서 폐수지폴리머고화설비로 이송되며, 모든 필요한 기기 및 제어설비를 갖춘 원격설비로 운전된다.

폐수지폴리머고화설비로 폐수지를 이송하기 위해 저방사성 폐수지탱크에 탈염수가 채워지는 동안 배기체는 배수조로 배기된다. 수지 이송 중에 물 또는 공기로 탱크 가압이 가능하도록 하기 위해 배기관은 닫힌다. 탱크에 있는 압력배출 밸브는 과압을 방지한다. 수지이송을 중단하고자 하는 경우에는 수지이송배관에 설치된 수지이송차단밸브와 저방사성 폐수지탱크에 공급되는 소내용공기와 탈염수공급 차단밸브가 닫히도록 복합건물 제어실에서 조작한다.

2

2

11.4.2.2.2 폐수지장기저장탱크

화학 및 체적제어계통 탈염기에서 발생된 고방사성 폐수지는 화학 및 체적 제어계통 원자로 보충수 펌프를 이용하여 폐수지장기저장탱크로 이송된다. 이송된 폐수지는 방사능 감쇠를 위해 폐수지장기저장탱크에서 장기간 저장된다. 2대가 설치되는 폐수지장기저장탱크는 타원체형 헤드를 갖고 있으며, 재질은 스테인리스강으로 제작된다. 배수배관을 통해 탱크 밖으로 수지가 나가는 것을 방지하기 위해서 스크린이 설치된다.

폐수지장기저장탱크는 대기압 수지저장탱크이다. 수지저장탱크는 복합건물 공조계통으로 배기되도록 배관으로 연결된다. 배기 기체는 감시되거나 시료채취하지 않고 수소 또는 메탄에 대한 분석을 하지 않는다. 탱크 내에 수지가 젤리 모양으로 응고되는 것을 방지하기 위해 탱크는 탈염수와 서비스 공기를 이용하여 1년에 1~3회 교반된다.

수지 상태 감시를 용이하게 하기 위해 대표수지시료를 얻기 위한 설비가 제공된다. 또한, 장기 저장한 뒤에 처리설비 사용이 가능하도록 연결부가 설치된다.

11.4.2.2.3 배관 및 밸브

배관 및 밸브는 수지 고체가 가라앉고 축적되거나 밀집될 수 있는 구역이나 배관 부분을 최소화하고 유동을 최소한으로 제한하도록 설계 및 선정된다. 배관 배치 및 발전소 배치는 신뢰할 만한 수지 이송을 위해 중요하다. 수지 슬러리 배관 길이는 배관 막힘 위험성 및 중대성을 줄이기 위해 최소화 한다. 기기는 높이 변경 및 수직으로 배치되는 수지 슬러리 배관 수량이 최소화되도록 배치된다.

밸브는 상부 인입구가 구 또는 막대형태 밸브이다. 이런 밸브들은 유동 제한을 최소화하고, 고체가 축적되는 포켓을 최소화하며 세정성이 우수한 것으로 선정된다.

11.4.2.2.4 고체방사성폐기물 압축기

고체방사성폐기물 압축기는 비압축성 폐기물을 제외하고 방사능으로 오염된 건조 폐기물 부피를 줄이기 위해 사용된다. 분류된 폐기물은 피스톤, 두건 모양의 배출 팬 및 공기 중 먼지를 제어하는 고효율입자여과기를 갖춘 고체방사성폐기물 압축기로 200 L(55 gal) 드럼 내에서 먼저 압축된다. 분류 작업 및 발판을 놓을 공간으로 저준위 폐기물 취급 및 포장 구역이 이용된다.

11.4.2.2.5 분류 및 분쇄설비

모든 건조방사성폐기물은 운전 및 정비하는 동안 발전소에서 수집된다. 또한, 잠재적인 청정폐기물은 별도로 수집된다. 휴대용 표면오염도 계측기는 잠재적인 청정폐기물에서 방사성 건조폐기물을 분류하고 폐기물 분쇄기(Shredder)는 청정폐기물로 분류된 것을 세절하여 청정폐기물 수집 백에 수집한다.

11.4.2.2.6 폐기물 용기

고체방사성폐기물관리계통은 저장 및 소외 운반, 처분을 위해 폐기물을 200 L(55 gal) 드럼 또는 650 L 철제용기에 포장되도록 설계된다. 모든 고체방사성폐기물은 저장 및 소외 운반 전에 용기의 뚜껑을 닫는다. 650 L 철제용기는 폐수지폴리머고화설비 운전으로 탈

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

수, 건조, 폴리머고화 처리된 폐수지를 포장하기 위해 사용된다. 슬러지, 카트리지 여과기 및 잡고체폐기물과 같은 방사성폐기물은 200 L(55 gal) 드럼에 포장된다. 오염되고 압축하기 어려운 대형기기 및 장비는 방사선 장해방지 효과를 가진 저장시설에 보관한다.

포장된 고체방사성폐기물은 복합건물 내 차폐된 폐기물 저장지역에 저장된다.

복합건물내 폐기물드럼 임시저장구역에서 반출되는 폐기물드럼은 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고로 이송되어 영구처분장으로 이송하기 전까지 저장한다.

11.4.2.2.7 브릿지크레인

드럼 그랩 및 회전 받침대를 갖고 있는 브릿지크레인은 복합건물 제어실에서 원격으로 운전되거나 현장제어반에서 운전되고 용기를 처리구역에서 폐기물드럼저장구역으로 이동시키고 다시 폐기물드럼저장구역에서 선적구역으로 이동시킨다. 원격 취급을 용이하게 하기 위해 비디오카메라를 갖추고 있다.

11.4.2.2.8 농축폐액처리설비

농축폐액처리설비는 액체방사성폐기물관리시스템의 역삼투압설비에서 발생하는 농축폐액을 건조처리 한 뒤 폴리머고화설비로 이송하여 고화 처리한다.

11.4.2.2.9 폴리머고화설비

폴리머고화설비는 폐수지를 처리하는 이동식 폐수지폴리머고화설비와 건조된 농축폐액을 처리하는 고정식 농축폐액폴리머고화설비로 구성된다. 폴리머고화설비는 폐수지와 건조된 농축폐액에 폴리머를 주입하여 고화처리하고 포장하며, 포장된 고화폐기물은 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고 또는 영구 처분장으로 이송될 때까지 복합건물 드럼 저장구역에 저장된다.

11.4.2.3 계통 운전

11.4.2.3.1 폐수지 저장 및 취급

탈염기들의 폐수지는 복합건물 폐수지탱크로 이송되고 그 곳에서 처리하기 전에 안정시킨다. 폐수지는 방사능 준위 및 사용처를 기준으로 분류된다. 화학 및 체적제어시스템의 이온교환기와 같이 1차냉각재 처리에 사용된 탈염기에서 발생된 고방사성 폐수지는 복합건물에 위치한 폐수지장기저장탱크로 이송된다. 액체방사성폐기물관리시스템 및 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 탈염기에서 발생된 저방사성 폐수지는 저방사성폐수지탱크로 이송된다.

방사능으로 오염될 경우에 증기발생기 취출탈염기의 폐수지는 저방사성폐수지탱크로 이송된다.

만일 폐수지가 방사능에 오염되지 않을 경우 그 수지는 원자력안전위원회고시 제2014-03호(방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정)에 따라 화학 또는 산업 폐기물로 분류되어 처분될 것이다.

| 2

각 탈염기 바닥 수지 유출 방지 스크린을 통해 주입되는 소내용 공기나 물은 폐수지탱크로 운반하기 전에 수지를 교반하기 위해 사용된다. 탈염기 내 폐수지는 원자로 보충수펌프나 탈염수의 압력을 이용하여 탈염기를 가압시킨 후 탈염기 출구 배관을 개방하여 폐수지탱크로 이송된다.

폐수지탱크로 폐수지를 이송하기 위해 사용된 물은 탱크 바닥에 설치된 수지 유출방지스�크린과 연결된 배수관을 통해 바닥으로 배수된다.

저방사성 폐수지는 처리하기 전에 방사능 붕괴 및 임시 저장하기 위해 저방사성폐수지탱크로 이송된다. 수지는 폴리머고화설비로 이송한 뒤 고화처리된다. 고화처리된 폐수지는 폐기물 용기 내 유리수가 그 폐기물 부피의 0.5%를 초과해서는 안된다. 고화처리된 폐수지는 포장한 후 폐기물 드럼 저장구역으로 운반된다. 폐수지장기저장탱크로 이송된 고방사성 폐수지는 장기저장을 통해 방사능준위를 충분히 낮춘 후 저방사성 폐수지와 같은 방법으로 고화처리 된다.

탈수 처리중에 폴리머고화설비에서 제거된 물은 환경으로 배출하기 전에 처리를 위해 액체방사성폐기물관리계통으로 보내진다.

11.4.2.3.2 폐여과기 및 막 취급과 저장

발전소에서 사용된 공정 및 공조 여과기와 분리막을 저장하기 위해 복합건물 내에 공간이 제공된다. 부대설비를 요약하면 다음과 같다.

가. 고방사성 카트리지 여과기

카트리지 여과기 교체가 요구될 때 먼저 밸브를 조작하여 사용을 중지한다. 하우징 내에 유체가 잠재적으로 용존된 핵분열 생성물 기체를 함유할 경우 내용물이 기기배수탱크로 보내진다. 여과기 하우징은 배기된 뒤에 배수된다. 상부 인양기는 여과기 상부 출입용 차폐체를 제거하기 위해 사용된다. 카트리지 여과기는 하우징으로부터 원격으로 제거되고 여과기 취급 캐스크에 놓여진다. 여과기 취급 캐스크는 인양기와 캐스크 운반기를 이용하여 여과기 취급구

역으로 운반된다. 카트리지는 200 L(55 gal) 드럼에 넣어지고 여과기 취급 기기로 뚜껑을 닫는다. 드럼은 최종 처리 및 소외 처분장으로 운반되기 전에 차폐된 저장 공간에 놓여진다.

나. 저방사성 액체방사성폐기물관리계통 카트리지 여과기

차압에 도달 하거나 수동 교체가 가능한 ALARA 기준으로 결정된 방사선 준위에 도달할 경우 카트리지 여과기는 교체될 것이다. 교체가 필요할 때 물은 여과기 하우징에서 배수되고, 카트리지는 하우징에서 끌어 올려 드럼에 넣어진다. 드럼은 처분을 위해 운반될 때까지 차폐된 저장구역으로 이동된다.

다. 공조 여과기

여과기는 종사자 피폭을 줄이기 위해 여과기를 담을 수 있는 임시 저장/운반 용기에 넣어 고체폐기물 압축기가 설치된 장소로 운반되고, 방사능 준위가 낮아진 후 여과기는 해체되어 200 L(55 gal) 드럼에 넣어지고 고체폐기물 압축기로 압축하여 포장된다. 공기 오염이 염려되는 곳에 여과기 취급을 위해 여과기능이 있는 후드가 제공된다.

라. 역삼투압설비 막

역삼투압설비에서 사용되는 막의 교체가 요구될 때, 밸브 등을 조작하여 역삼투압설비의 사용을 중지한다. 역삼투압설비의 막은 소내용 공기, 탈염수 등으로 세정 및 배수 후, 200 L(55 gal)에 넣어 포장한다. 포장된 드럼은 부지 내 중저준위방사성폐기물 임시저장고 또는 영구 처분장으로 이송될 때까지 복합 건물 드럼저장구역에 저장된다.

11.4.2.3.3 잡고체폐기물

처리 전에 오염되지 않은 물질과 오염된 물질을 분류하기 위해 분류 및 플랫폼 공간이 고체방사성폐기물관리계통 구역 내에 제공된다. 오염되지 않은 물질은 원자력안전위원회 고시 제2014-03호(방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정)에 따라 처분한다. 공기오염 확산을 방지하기 위해 여과기능이 있는 후드가 제공된다.

결레, 오염 의류, 찌꺼기 및 기타 기기와 같은 잡고체폐기물은 용기(드럼 및 박스 등) 내에서 고체방사성폐기물 압축기로 압축된다. 압축기 운전중에 고효율입자여과기를 통해 공기를 뽑아내어 여과기능이 있는 배출 계통으로 보내기 위해 팬이 사용된다. 용기들이 채워졌을 때 수동으로 밀봉하여 저준위 폐기물 드럼 구역으로 운반하고 선적할 때 까지 저장된다. 용기 검사는 선적 전에 수행된다.

방사화된 물질 또는 발전소 설비개선에 따라 발전소 정상 폐기물 발생량을 초과하는 대

량의 폐기물 부피를 수용할 수 있도록 차폐된 저장구역 내에 공간이 제공된다. 이런 폐기물들은 일반적으로 압축하지 않고 적당한 크기의 용기에 넣어 포장한다.

11.4.2.3.4 농축폐액

액체방사성폐기물관리계통 역삼투압설비에서 발생하는 농축폐액은 폐기물부피를 줄이고 폴리머 고화처리에 적합한 형태로 건조시키기 위해 농축폐액처리설비로 이송된다.

농축폐액처리설비는 탈염수, 기기냉각수, 보조증기, 발전소냉수 등을 이용하여 농축폐액을 과립형태로 건조시킨다. 건조처리된 농축폐액은 200 L(55 gal) 드럼에 주입되어 컨베이어 등을 이용하여 폴리머고화설비로 이송된다. 농축폐액 건조폐기물은 고화체의 처분장 인 수기준을 만족할 수 있도록 고화공정계획서(Process Control Program; PCP)에 따라 폴리머를 사용하여 고화 처리한다.

폴리머 고화가 완료된 드럼은 드럼 캡핑장치로 운반되어 드럼 뚜껑을 체결하고, 포장된 고화폐기물은 브릿지 크레인을 이용하여 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고 또는 영구 처분장으로 이송될 때까지 복합건물 드럼저장구역에 저장된다.

11.4.2.4 포장, 저장 및 운반

방사성폐기물은 200 L(55 gal) 드럼 또는 650 L 철제용기에 포장된다. 포장된 고체방사성 폐기물은 복합건물 내 드럼저장구역에 저장하거나 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시 저장고로 운반하여 저장한다. 폐기물의 포장, 저장, 이송 공간을 보여주는 복합건물 일반 배치도는 그림 1.2-20에서부터 그림 1.2-24에 제시되어 있다. 복합건물 내 폐기물드럼 저장구역에는 총 373개(폐수지 12드럼(14.4 m^3), 폐필터 29드럼(5.8 m^3), 잡고체(농축폐액 건조폐기물포함) 332드럼(66.4 m^3))의 고체방사성폐기물드럼을 저장할 수 있다. 사용되지 않은 드럼은 복합건물 내의 새 드럼저장구역에 저장한다. 폐기물을 건조, 고화 및 포장 처리한 후 표면선량을 측정하며, 필요한 경우 처분용기를 납으로 차폐된 운반용기(cask)에 넣어 운반할 수 있도록 되어 있다.

11.4.2.4.1절에 기술된 바와 같이 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고에 저장된 방사성폐기물 드럼은 최종 처분장으로 이송하기에 앞서, 11.4.2.4.2절에 기술된 방사성폐기물 핵종분석장치로 평가한 감마방사능값에 척도인자를 적용하여 드럼내 방사성핵종, 총 방사능 등을 측정한다.

포장된 고체폐기물은 복합건물 브릿지크레인을 이용하여 폐기물드럼저장구역에 저장된다. 만일 브릿지크레인으로 드럼운반중 드럼낙하로 폐기물이 누출되어 바닥이 오염될 경우에는 브릿지크레인 운전지역에 설치된 탈염수 공급연결부에 호스를 연결하여 탈염수로 세척할 수 있도록 설계되어 있다. 폐기물드럼 저장구역에 저장된 폐기물드럼은 발전소 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고로 이송하여 저장되거나 처분을 위해 소외로 반출된다.

11.4.2.4.1 중저준위방사성폐기물 임시저장고

중저준위방사성폐기물 임시저장고는 원자력발전소 운전 중 발생하는 중, 저준위 폐기물 드럼을 영구처분시설로 이송하기 전까지 저장하는 역할을 한다. 폐수지 드럼, 폐여과기 드럼 및 폴리머고화드럼과 같은 중준위폐기물 드럼은 폐기물 취급크레인을 이용하여 중준위폐기물 저장구역에 저장하며 잡고체 드럼과 같은 저준위폐기물 드럼은 지게차를 이용하여 저준위폐기물 저장구역에 저장한다.

2

11.4.2.4.2 방사성폐기물드럼 핵종분석장치

방사성폐기물드럼 핵종분석장치는 중, 저준위폐기물 드럼을 영구처분장으로 이송하기 전, 핵종별 방사능 농도, 총 방사능량을 비파괴검사방법을 이용하여 측정한다. 동 장치는 신고리원자력발전소 공용설비로 부지 내 중저준위 방사성폐기물 임시저장고내에 설치되어 있으며, 다음과 같은 주요기기로 구성되어 있다.

2

2

가. 고정형 핵종분석장치

Intentionally Blank

Intentionally Blank

1) 감지기장치

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

2) 투사선원장치

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

3) 드럼 적재 및 회전장치

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

4) 자료취득 및 전산장치

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

5) 자동 컨베이어장치

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

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

동 장치는 650 L 철제용기 등 고정형 핵종분석장치에서 측정할 수 없는 방사성폐기물 드럼의 핵종별 방사능 농도, 총 방사능량을 측정하는데 사용될 수 있으며, 전 원전 공용이다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

11.4.3 예상 폐기물 부피 및 방사능량

고체방사성폐기물관리시스템의 설계용량은 본 시스템으로 유입되는 최대 유입량을 근거로 하여 결정한다. 시스템 내로 유입되는 폐기물별 유입량 및 발생량은 표 11.4-1에 기술되어 있다. 고체방사성폐기물관리시스템으로 유입되는 예상 방사능량은 표 11.4-2에 기술되어 있다.

11.4.4 안전성 평가

고체방사성폐기물관리시스템은 안전 정지 또는 사고 완화 기능을 갖지 않는다. 고체방사성폐기물관리시스템 운전시 우발적인 방출로 인한 제한구역 경계에서 유효선량은 1 mSv를 초과하지 않는다. 주요 기기의 고장 또는 고체방사성폐기물관리시스템에서 누출로 인한 우발적인 방출이 일어날 경우 복합건물 내에 수용된다.

11.4.5 검사 및 시험 요건

고체방사성폐기물관리시스템은 발전소 정상운전시 간헐적으로 운전된다. 따라서 본 시스템은 일반산업체 기준에 따라 주기적으로 육안검사 및 예방정비를 실시한다.

11.4.6 계측설비

고체방사성폐기물관리시스템의 설계기준과 관련하여 중요한 계측기기 및 지시설비는 다음과 같다.

가. 수위지시기

탱크보충 및 수지이송 운전중 탱크의 넘침을 방지하기 위해 고수위지시기가 설치된다. 해당 지시기는 복합건물 제어실에 설치된다.

나. 방사선 감시

지역방사선감시기에 대한 사항은 12.3.4절에 기술된다.

11.4.7 저장 용량

고체방사성폐기물을 저장하기 위해 적절히 차폐된 저장 공간이 복합건물에 제공된다. 복합건물은 SRP 11.4절 및 규제지침서 1.143에 따라 설계된다.

가. 복합건물에는 6개월 동안 발생이 예상되는 고체방사성폐기물을 수용할 수 있

는 차폐된 저장 공간이 제공된다.

나. 모든 가능성 있는 배출경로는 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조 및 제34조와 10 CFR 50 부록 A(일반설계기준 60 및 64)에 따라 제어되고 관리되어야 한다. 방사성폐기물의 배출제어를 위해 다음과 같은 설비 또는 시설이 복합건물에 설치된다.

1

- 1) 탈수된 수지나 슬러지와 같은 폐기물이 흘려진 것을 억류할 연식 또는 문턱 설비
- 2) 흘려진 폐기물을 수집하여 처리를 위해 액체방사성폐기물관리계통으로 보내기 위한 바닥배수설비
- 3) 지역, 공기중 및 공정 방사선감시기 설비

다. 복합건물 기초 및 벽은 안전정지진동에 견디도록 규제지침서 1.143에 따라 설계된다.

라. 복합건물 외벽에서 방사선준위를 0.001 mSv/hr 미만으로 제한하기 위해 충분한 차폐가 이루어진다.

마. 고 방사선 용기는 용기에서 배출되는 방사선을 저감시킬 수 있도록 일렬 배치한다.

바. 고방사선구역을 원격으로 관찰하기 위해 비디오가 이용된다.

사. 자동 화재 감지 및 진압 설비

11.4.8 참고문헌

1. Solid Radioactive Waste Processing System for Light Water Reactor Plants, ANSI/ANS 55.1, 1992.
2. Regulatory Guide 1.143, Rev.2, "Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants", U.S. NRC, November 2001.
3. Standard Review Plan, Ch.11.4, Solid Waste Management System, U.S. NRC.
4. Volume Reduction of Low-Level Radioactive Waste or Mixed Waste, ANSI/ANS

40.35, 1991

5. "Mobile Low-Level Radioactive Waste Processing System," ANSI/ANS 40.37, 2009
6. 원자력안전위원회고시 제2014-50호(방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 규정) | 2
7. 원자력안전위원회고시 제2014-03호(방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정) | 2
8. 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) | 2

표 11.4-1

고체방사성폐기물관리계통으로 유입되는 폐기물량 및 발생하는 폐기물량

(m³/yr, 양호기 기준)

폐기물 구분	고체방사성폐기물 연간 유입량 및 발생량	
	유 입 량 ⁴⁾	발 생 량
폐여과기 ¹⁾	31.4	31.4
폐막 ²⁾	2.3	2.3
폐수지	71.36 ⁵⁾	71.36 ⁷⁾
농축폐액 건조폐기물	12.6 ⁶⁾	12.6 ⁸⁾
기타 건조폐기물 ³⁾ (압축된 폐기물량 기준)	531.22	265.91 ⁹⁾
계	648.88	383.27

- 1) 고화처리하지 않으므로 선적부피 0.44 ft³/MWe(시멘트 고화제가 선적부피의 10 %를 차지함)의 90 %를 적용하여 산출한 폐기물 부피
- 2) 역삼투압설비 1계열을 100 % 가동하는 경우를 기준으로 정밀여과막 40개 및 역삼투막 22개의 교체주기 1년 6개월을 적용하여 산출한 폐기물 부피
- 3) 선적부피 6.7 ft³/MWe를 기준으로 산출한 폐기물 부피
- 4) 폐기물 유입량은 "On-Site Alternative for Low Level Radwaste Management" NUS Corporation, June 21, 1987 에 근거함.
- 5) 시멘트 고화제가 사용되지 않으므로 선적부피 1.8 ft³/MWe(시멘트 고화제가 선적부피의 50 %를 차지함)의 50 %를 적용하여 산출한 폐기물 부피
- 6) 역삼투압설비의 연간 농축폐액 발생량(63 m³)을 기준으로 농축폐액처리설비의 감용비 "5"를 적용하여 산출한 폐기물 부피
- 7) 폴리머 고화제가 건조된 폐수지의 공극사이를 채우기 때문에 고화처리에 따른 발생량 증가는 없음.
- 8) 폴리머 고화제가 농축폐액 건조폐기물의 공극사이를 채우기 때문에 고화처리에 따른 발생량 증가는 없음.
- 9) 건조 폐기물 처리시 잡고체 분류처리설비의 감용비 "2"를 적용하여 산출한 폐기물 부피

표 11.4-2 (2 중 1)

고체방사성 폐기물관리계통으로 유입되는 폐기물의 예상 방사능량(Bq)

핵종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 슬러지
Na-24	2.80E+12	6.01E+09	0.00E+00	6.46E+10
Cr-51	8.44E+12	4.33E+09	7.46E+12	5.86E+09
Mn-54	3.21E+13	2.48E+09	1.13E+13	3.04E+09
Fe-55	3.33E+13	1.87E+09	9.38E+12	2.28E+09
Co-58	3.21E+13	6.87E+09	1.08E+12	8.71E+09
Fe-59	1.32E+12	4.38E+08	2.13E+13	5.69E+08
Co-60	1.60E+13	8.28E+08	4.35E+12	1.01E+09
Zn-65	9.21E+12	7.87E+08	9.79E+08	9.69E+08
Br-84	3.30E+10	1.46E+07	0.00E+00	9.66E+08
Rb-88	1.37E+11	5.77E+07	0.00E+00	4.27E+09
Sr-89	6.81E+11	2.06E+08	0.00E+00	2.65E+08
Y-89m	0.00E+00	2.06E+04	0.00E+00	2.65E+04
Sr-90	3.84E+11	1.87E+09	0.00E+00	2.28E+09
Y-90	0.00E+00	1.18E+09	0.00E+00	1.70E+08
Sr-91	3.68E+10	7.12E+07	0.00E+00	1.13E+09
Y-91m	1.48E+08	4.55E+07	0.00E+00	7.03E+08
Y-91	1.84E+06	7.80E+08	0.00E+00	9.90E+08
Y-93	1.40E+09	3.33E+08	0.00E+00	5.02E+09
Zr-93	0.00E+00	4.71E+00	0.00E+00	2.14E+00
Nb-93m	0.00E+00	6.45E+00	0.00E+00	6.95E-05
Zr-95	2.48E+12	5.79E+08	3.46E+09	7.37E+08
Nb-95m	0.00E+00	6.18E+06	0.00E+00	7.94E+05
Nb-95	9.61E+11	4.51E+08	0.00E+00	5.34E+08
Mo-99	1.72E+12	3.82E+09	0.00E+00	1.12E+10
Tc-99m	1.12E+11	3.61E+09	0.00E+00	9.32E+09
Tc-99	0.00E+00	2.33E+02	0.00E+00	2.92E+01
Ru-103	2.92E+13	1.08E+10	0.00E+00	1.42E+10
Rh-103m	0.00E+00	1.08E+10	0.00E+00	1.31E+10
Ru-106	1.92E+15	1.40E+11	0.00E+00	1.71E+11
Rh-106	0.00E+00	1.40E+11	0.00E+00	1.71E+11

2

표 11.4-2 (2 중 2)

핵종	고방사성 폐수지	저방사성 폐수지	고방사성 폐여과기	역삼투압 슬러지
Ag-110m	2.36E+13	2.01E+09	0.00E+00	2.47E+09
Ag-110	0.00E+00	2.61E+07	0.00E+00	3.21E+07
Te-129m	6.42E+11	2.70E+08	0.00E+00	3.59E+08
Te-129	1.04E+11	2.48E+08	0.00E+00	4.77E+09
I-129	0.00E+00	4.20E-01	0.00E+00	3.12E-01
Te-131m	1.77E+11	4.20E+08	0.00E+00	2.40E+09
Te-131	1.25E+10	8.06E+07	0.00E+00	7.37E+08
I-131	3.74E+13	5.04E+10	0.00E+00	8.66E+10
Te-132	5.63E+11	1.14E+09	0.00E+00	3.02E+09
I-132	1.89E+12	3.26E+09	0.00E+00	9.36E+10
I-133	1.21E+13	2.72E+10	0.00E+00	2.15E+11
I-134	1.17E+12	7.01E+08	0.00E+00	4.37E+10
Cs-134	1.21E+14	1.19E+10	0.00E+00	1.46E+10
I-135	7.23E+12	1.23E+10	0.00E+00	2.61E+11
Cs-136	7.26E+11	1.15E+09	0.00E+00	1.75E+09
Cs-137	1.98E+14	1.58E+10	0.00E+00	1.93E+10
Ba-137m	0.00E+00	1.48E+10	0.00E+00	1.81E+10
Ba-140	1.64E+13	1.59E+10	0.00E+00	2.43E+10
La-140	4.00E+12	2.21E+10	0.00E+00	4.45E+10
Ce-141	4.80E+11	2.13E+08	0.00E+00	2.83E+08
Ce-143	3.72E+11	8.71E+08	0.00E+00	4.56E+09
Pr-143	0.00E+00	2.91E+08	0.00E+00	7.22E+07
Ce-144	7.61E+13	6.17E+09	0.00E+00	7.58E+09
Pr-144	0.00E+00	6.17E+09	0.00E+00	7.49E+09
W-187	2.40E+11	5.45E+08	0.00E+00	3.84E+09
Np-239	5.20E+11	1.14E+09	0.00E+00	3.81E+09

2

표 11.4-3

고체방사성폐기물관리계통 기기 목록

탱크	
기기명	저방사성폐수지탱크
수량(양호기)	1대
설계용량, L(ft ³)	22,654(800)
재질	스테인리스강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	폐수지장기저장탱크
수량(양호기)	2대
설계용량, L(ft ³)	90,189(3,185)
재질	스테인리스강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기타	
기기명	브릿지 크레인
수량(양호기)	1대
용량, 톤	15
운전/제어	원격, TV 이용
재질	탄소강
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	농축폐액처리설비
수량	1대
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	폐수지폴리머고화설비(이동식)
수량	1대
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	농축폐액폴리머고화설비(고정식)
수량	1대
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공
기기명	고체방사성폐기물 압축기
수량	1대
방사선 안전등급	최종안전성분석보고서에서 제공

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

표 11.4-4

고체방사성 폐기물관리계통 기기관련 규격

기기	설계 및 제작	재질	용접사 인증 및 절차	검사 및 시험
탱크, 대기압 또는 0~15 psig (철강)	KEPIC MGD (해외구매 품목은 API 650 (대기압), API 620 (0-15 psig))	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. IX)	KEPIC MGD (해외구매 품목은 API 650(대기압), API 620 (0-15 psig))
압력 용기	KEPIC MGD (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. VIII, Div. 1)	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. IX)	KEPIC MGD (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. VIII, Div. 1)
배관 및 밸브	ASME 코드 B31.3	KEPIC MD (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. IX)	ASME 코드 B31.3
펌프	제작자 표준 ¹⁾	KEPIC MD 또는 제작자 표준 (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. II)	KEPIC MQ (해외구매 품목은 ASME 코드 Sec. IX)	KEPIC MGF (해외구매 품목은 Hydraulic Institute)

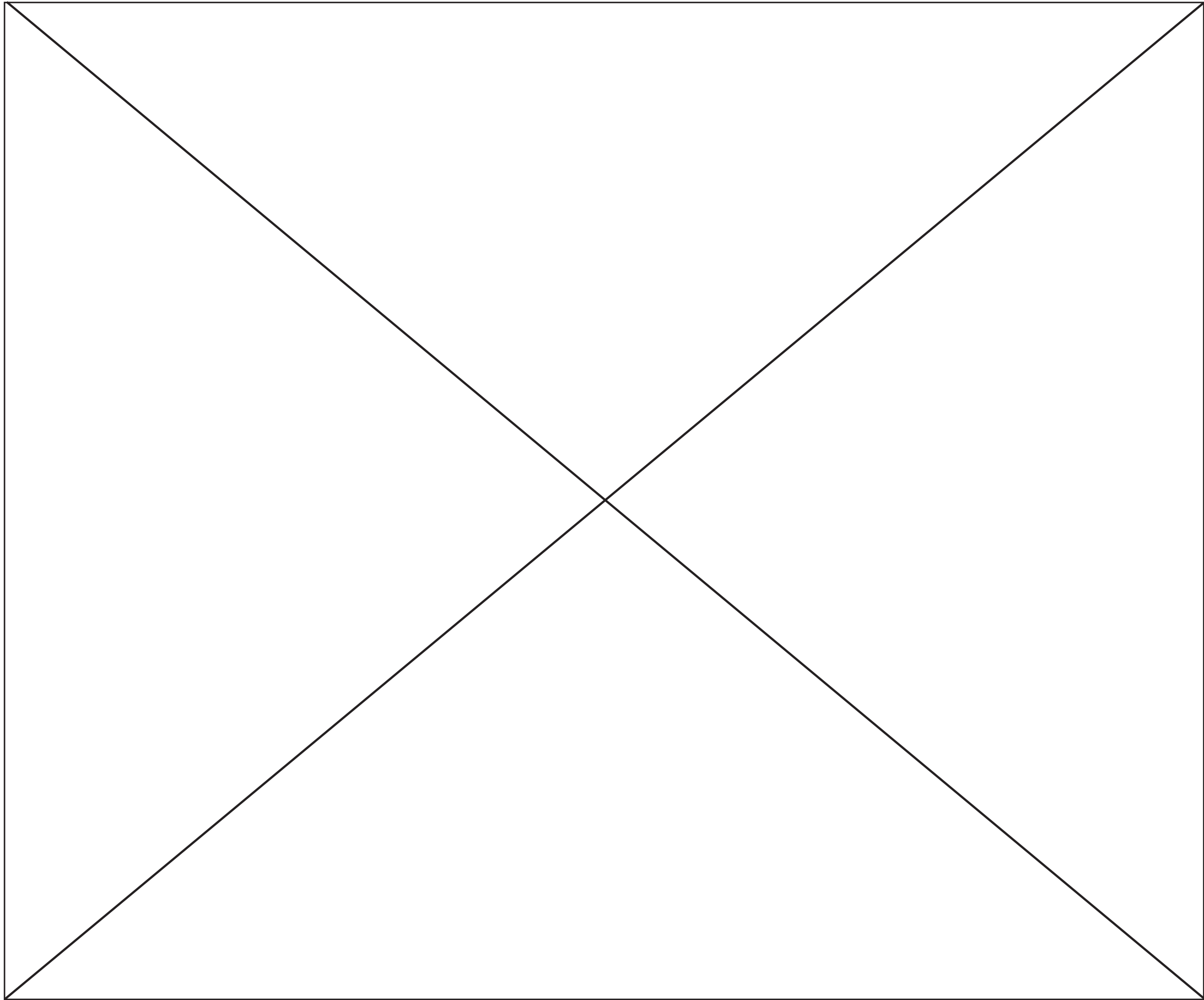
1) 계획된 서비스에 대한 제작자 표준임. 수압시험은 설계압력의 1.5배임.


표 11.4-5

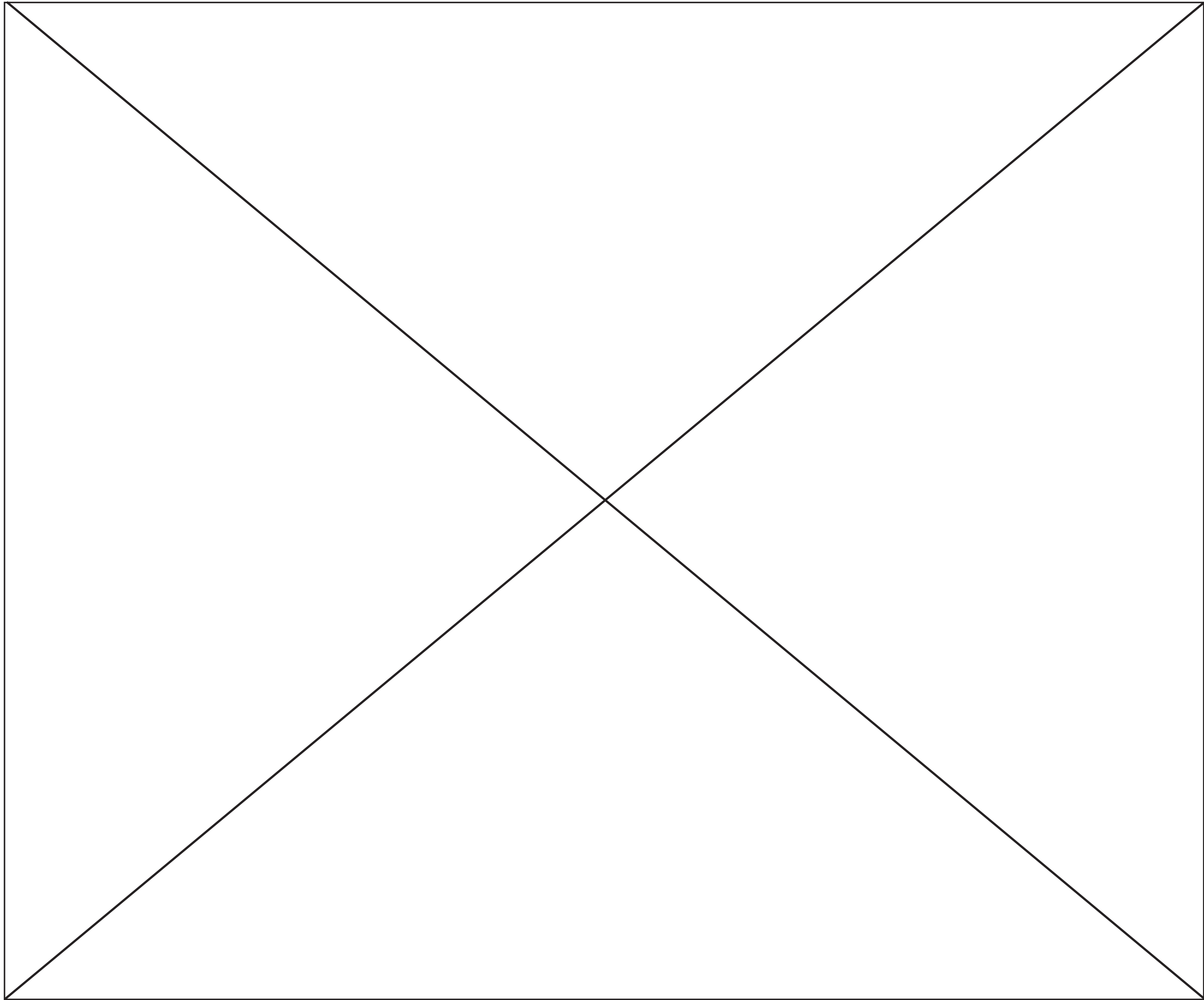
고체방사성폐기물관리계통 압축공기 사용기기 목록

기기	기계유량 (배치 운전)	연간 예상 운전 횟수	압축공기 용도	환기계통 연계성
저방사능 폐수지탱크 (TK01)	100 scfm	2	수지 유동화	해당
폐수지 장기저장탱크 (TK02)	100 scfm	3	폐수지 응고방지	해당
폐수지 장기저장탱크 (TK03)	100 scfm	3	폐수지 응고방지	해당
신수지탱크 (TK04)	100 scfm	12	수지 유동화	해당 없음

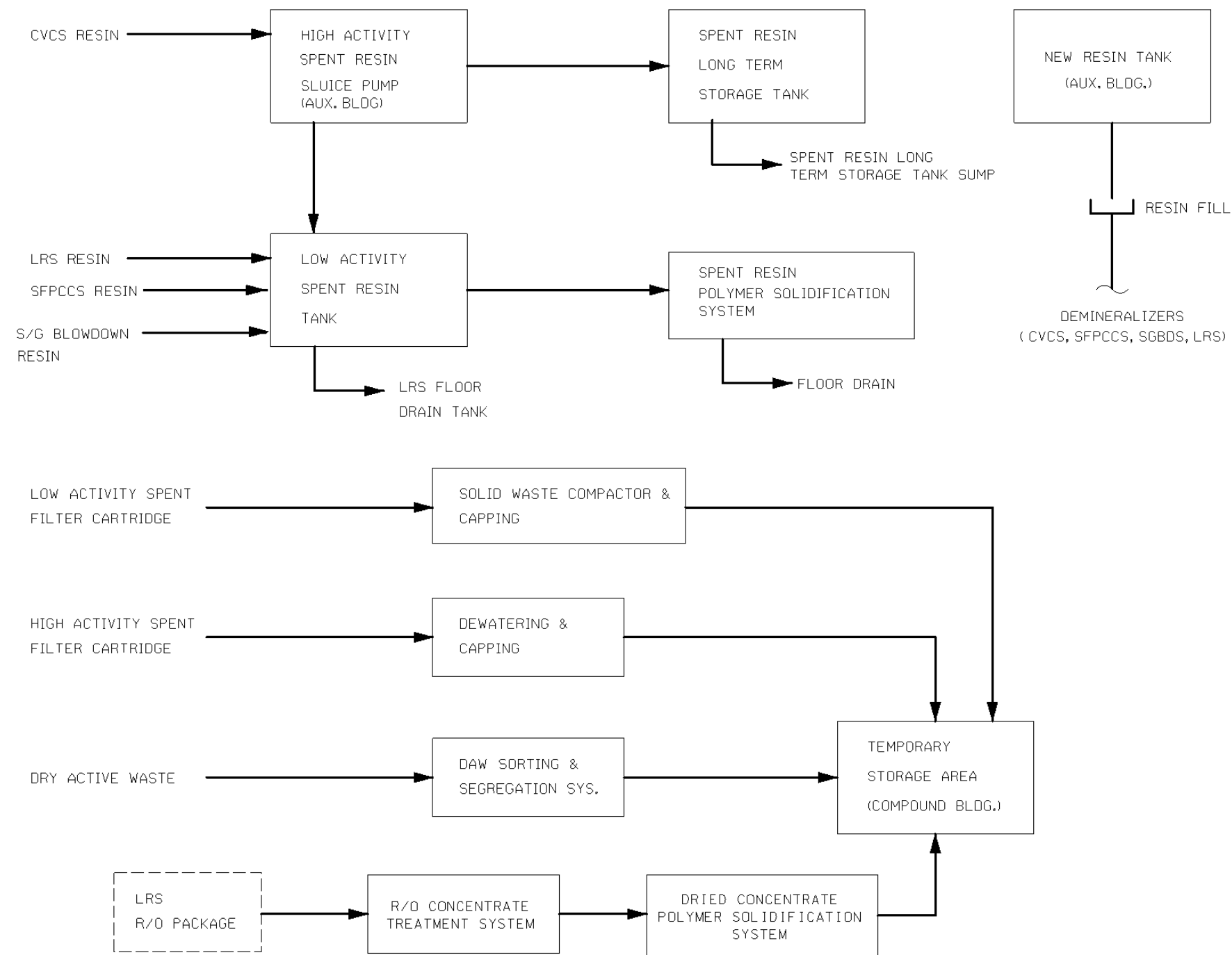
1



	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도</p>	
<p>그림 11.4-1 (2 중 1)</p>	



	<p>한국수력원자력주식회사 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서</p>
<p>고체방사성폐기물관리계통 배관 및 계장도</p>	
<p>그림 11.4-1 (2 중 2)</p>	



11.5 공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통

공정 및 유출물 방사선 감시 및 시료채취계통은 발전소 공정계통 및 유출물 내의 방사능을 측정, 기록 및 제어하기 위해 사용한다. 감시 및 시료채취계통에는 발전소 종사자 또는 일반인에게 잠재적인 방사선량 및 정상적인 운전중 방사선량의 정보를 제공하기 위해 배출 시료채취 및 감시기기가 설치된다.

일반적으로 감시계통은 방사선감시계통을 의미한다. 일부 계통의 경우 방사선감시계통이 시료채취의 목적으로도 사용된다. 해당 계통들은 미국 규제지침서 1.97의 요건을 만족하는 안전성 및 비안전성관련 공정, 제어 및 정보계통과 연계하는 안전성관련 및 비안전성관련 기기를 모두 포함한다.

11.5.1 공정 및 유출물 방사선감시계통

예상되는 과도현상을 포함한 정상운전 및 가상사고 전, 후에 발생하는 방사능을 지속적으로 측정하기 위해 감시설비를 공기, 기체, 액체 공정 및 유출물 지점에 설치한다.

잠재적인 기기 고장, 계통 오작동 또는 운전오류로 인한 방사능의 영향을 평가하고 제어하는데 방사선감시계통을 이용한다. 표 11.5-1과 표 11.5-2는 기체와 액체 공정 및 유출물 방사선감시기에 대해 기술한다.

11.5.1.1 설계 기준

방사선 감시계통은 기본적인 다음의 기능을 수행하기 위해 설계된다.

- 가. 10 CFR 50 부록 I에 따라 기계, 기기, 계통 오작동 및 오류 또는 잠재적인 방사능 위험을 발전소 종사자에게 조기 경보를 제공.
- 나. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조, 제33조, 제34조와 10 CFR 50 부록 I 일반설계기준 60, 63, 64 및 규제지침서 1.21의 요건에 따라 방사능 액체 및 기체의 유출을 지속적으로 감시. | 1
- 다. 10 CFR 50, NUREG-0737 및 규제지침서 1.45 및 1.97의 요건에 따라 가상사고를 고려한 유출물 경로 및 위치상의 액체 및 공기 중 방사능농도를 감시.
- 라. IEEE 383-2003 요건에 따라 Class 1E 케이블 및 현장이음 검증과 IEEE 384-2008에서 요구하는 Class 1E 기기 및 회로의 독립성 요건(전기적 격리와 공간적 분리) 확보. | 2
- 마. 공정 및 유출물 방사선 감시 및 시료채취 계통의 설계는 발전소 공정계통 및

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

유출물 내의 방사성물질의 배출을 제어하고 주제어실에 측정, 기록 및 관독을 위한 설비를 제공한다.

이러한 계통은 모든 잠재적 사고 배출지점에서 기체 공정 그리고/또는 유출물의 그랩(grab) 시료채취 기능과 함께 요오드, 입자 및 기체 방사능의 지속적인 시료채취와 감시를 하도록 설계된다.

각각의 방사선감시기가 설치된 위치에서 공기조화계통 배기로부터 그랩(grab)시료를 채취하기 위한 설비가 제공된다. 해당 시료는 정상운전 및 사고 후 분석을 위해 채취한다.

모든 잠재적인 사고 후 배출지점에서 지속적인 시료채취를 위해 배기 시료채취기가 제공된다. 시료채취기는 10 CFR 50.34(f)(2)(xvii) 및 NUREG-0737, 붙임 2 II.F.1절에 기술된 시료채취 요건을 만족하기 위해 정상운전 및 사고 후 조건시 사용하도록 설계한다.

공정 및 유출물 방사선감시 및 시료채취계통은 정보처리계통과 주요변수지시 및 경보계통에서 주제어실과 지속적으로 연계되도록 설계된다. 정상 및 사고 후 방사선감시기의 방사능 준위 및 경보상태 표시는 정보처리계통과 주요변수지시 및 경보계통-N에서 처리된다.

방사선감시계통은 소외로 방출되는 기체 및 액체 방사능 준위를 연속적으로 지시, 기록하기 위해 방사능 물질이 배출되는 정상 유로 및 잠재적 유로를 감시한다. 검출기에서 검출된 방사능 준위는 현장에서 마이크로프로세서로 처리 및 컴퓨터실에 설치되는 방사선감시 전산기로 전송되며, 주제어실에 방사능 준위가 표시된다. 기체 방사선감시계통의 배출유로에서 입자 및 요오드 방사능에 대한 대표 시료를 채취하며, ANSI/HPS N13.1에 따라 설계된다. 방사선감시계통은 유출물 배출을 감소 또는 제어하기 위해 관련 계통의 제어기능을 작동시키거나 방출을 차단한다.

심각한 방사능준위의 발생을 야기할 수 있는 정비, 계통의 오작동 또는 오류등으로 인해 발생하는 공기 중 방사능은 공기조화계통에서 감시된다. 발전소 작업종사자가 공기 중 방사능에 노출될 수 있는 지역에는 휴대용 공기 중 방사선감시기를 사용한다.

1차측에서 2차측으로의 누설과 1차측에서 원자로건물 대기로의 누설을 감시하기 위해 방사선감시기를 설치하며, 방사선감시계통은 규제지침서 1.45의 1차계통 누설 검출요건에 따라 설계된다. 1차계통과 연계되는 열교환기 또는 다른 방사능 계통은 계통 간의 누설을 감지하며, 잠재적인 영향을 완화할 수 있도록 적절한 조치를 취한다. 정상운전중 원자로 냉각재 방사능을 허용치 내로 유지하기 위해 원자로냉각재 총 방사능 준위를 감시하거나 시료를 채취한다. 이는 다른 방사능 보조계통 내의 방사능준위가 허용치 내로 유지되는가를 확인하기 위한 것이다. 방사선감시계통은 핵분열생성물 방벽에 균열이 생겼을 경우 방사성 물질의 총 양 또는 잠재적 배출을 평가하기 위한 정보를 운전원에게

제공하여 발전소 종사자나 일반인을 보호하기 위한 적절한 조치를 취하도록 한다. 핵연료피복재 균열 또는 노심용융 조건을 감시하고 평가하기 위해 원자로냉각재계의 총 방사능을 감시한다. 원자로냉각재압력경계 균열, 핵연료취급사고 및 심각한 방사능이 유출되는 기기고장으로 인한 원자로건물 대기의 입자, 요오드, 기체 방사능을 감시한다. 원자로건물 대기에서 고 방사능이 감지되면 자동으로 원자로건물퍼지 격리를 수행한다.

주제어실의 거주성을 유지하기 위해 주제어실로 공급되는 외부 공기를 감시하며, 해당 공기에 방사능이 감지될 경우 공급흡입구 한쪽 또는 양쪽을 자동으로 격리한다. 핵연료취급지역의 배기공기는 방사능 유출과 같은 사고 발생시 유로를 변경하여 환경으로 배기되기 이전에 여과기를 거쳐 배기되도록 감시된다.

2

감시기의 측정범위와 민감도는 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준) 및 미국 규제지침서에 따라 예상 과도현상을 포함한 정상운전 및 사고시의 최소 및 최대 예상농도에 근거한다. 표 11.5-1과 표 11.5-2의 감시범위는 규제요건을 만족하거나 그 이상의 설계값을 나타낸다.

2

11.5.1.2 계통 설명

11.5.1.2.1 감시기 설계 및 구성

방사선감시계통 배관 및 계장도는 그림 11.5-1에 제시되어 있다. 공정 및 유출물, 공기 방사선감시기는 마이크로프로세서, 1개 이상의 감시기, 차폐감지 전리함, 시료채취펌프, 유량계기 및 관련 시료 배관 및 케이블 등으로 구성되며, 공정 및 유출물 감시설비는 오프라인(off-line), 온라인(on-line) 및 인라인(in-line) 형식으로 사용된다.

오프라인 형식의 경우, 유체로부터 채취된 대표시료는 방사능농도를 측정하기 위해 필터나 전리함을 경유하도록 유로가 형성되며, 고 방사능지역으로부터 떨어진 곳에 위치한 전리함의 배치 및 차폐설계는 최적화되도록 구성한다.

온라인(on-line) 형식의 검출기는 공정 및 유출물 유체가 흐르는 배관, 덕트 또는 튜브의 상단이나 근처에 설치된다. 이는 보다 간단한 구성으로(능동기기의 감소) 빠른 응답속도를 갖는 장점이 있으나, 오프라인 형식에 비해 차폐효과가 낮으며 마이크로프로세서가 원거리에 설치된다.

인라인(in-line) 형식은 검출기가 공정유체 내에 설치되는 것을 제외하고는 온라인 형식과 매우 유사하다. 검출기는 공정 및 유출물 유체에 둘러싸이도록 집수정(well)내에 설치된다.

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

공정 및 유출물 감시기는 접근이 용이한 지역에 위치하며, 해당 지역의 설계 방사선준위에서 요구하는 민감도를 만족하도록 충분한 차폐설계를 제공한다.

방사능준위 신호와 경고 및 운전상태정보는 개별 감시기의 마이크로프로세서에 의해 발생되며, 해당 신호는 현장과 정보처리계통, 주요변수지시 및 경보계통-N과 기타 연계계통으로 전송된다. 방사능 경고(alert), 고-방사선 및 운전상태 경보(alarm)가 제공된다. 일부 감시기의 고-방사선 경보는 관련 계통의 배출차단 또는 유로변경과 같은 제어기능을 작동하는데 사용되고, 모든 고방사선 경보는 주제어실에 표시된다. 복합건물의 기체 및 액체 방사선감시기 고방사선 경보는 주제어실과 방사성폐기물 제어실에 표시된다. 전원 상실, 채취시료 유실, 검출기신호 상실, 점검용선원 응답오류, 필터 페이지의 기능상실 등과 같이 감시기가 정상적으로 작동하지 않는 경우, 해당 운전상태에 대한 정보가 마이크로프로세서에 의해 발생한다.

방사선 감시설비는 정상운전 및 예상되는 사건동안 해당 환경조건을 고려하여 작동하도록 설계된다. 환경조건에는 온도, 압력, 습도, 화학적 조건 및 방사선 피폭을 포함한다. 사고 후 방사선감시기는 범위, 정확도, 응답시간, 채널 가용성 등의 성능기준, 단일고장, 공통원인고장, 독립성, 시험, 교정 등의 설계기준, 기기검증기준, 지시 및 기록기준, 기기식별, 품질보증기준을 포함하는 규제지침서 1.97 요건을 만족한다. 규제지침서 1.97 요건과 관련한 상세한 내용은 7.1.2.25절 및 7.5.2.5절에 기술되어 있다.

규제지침서 1.97을 만족하는 사고 감시기는 표 7.5-3에 기술된다.

사고 방사선감시계통은 유형 C 및 E 변수이며, 규제지침서 1.97의 기기검증기준은 다음과 같다.

사고 감시 방사선 감시기	변수 유형	기기검증기준
1. 원자로건물 상부지역 감시기(2개)	C, E	내진/내환경
2. 보조건물관리지역 공기조화계통 유출물감시기	C, E	내진/내환경
3. 고에너지 배관지역 공기조화계통 유출물감시기	C, E	내진/내환경
4. 원자로건물폐지 유출물감시기	C, E	내진/내환경
5. 복수기진공펌프배기 유출물감시기	C, E	내진/내환경
6. 복합건물 공기조화계통 유출물감시기	E	요구되지 않음
7. 주증기배관지역 감시기	E	요구되지 않음

사고 감시 계측설비는 7.5.2.5절에 기술된다.

규제지침서 1.97 유형 C, E에 준하는 사고 감시 방사선감시기는 원자로건물 상부지역 감

시기, 보조건물관리지역 공기조화계통 유출물감시기, 고에너지배관지역 공기조화계통 유출물감시기, 원자로건물퍼지 유출물감시기, 복수기진공펌프배기 유출물감시기, 증기밀봉배기 유출물감시기, 복합건물 공기조화계통 유출물감시기, 주증기배관지역 감시기 및 안전에 중요한 기기가 있는 지역으로 접근이 필요한 지역의 지역방사선감시기이다. 사고 감시 지역방사선감시기 설치위치는 사고 후 차폐분석결과와 기기위치 및 접근성에 근거하여 선정된다.

11.5.1.2.2 주제어실 연계

방사선 준위와 정보는 정상 감시기 및 사고 감시기와 연결된 주요변수지시 및 정보계통과 정보처리계통-N을 통해 처리되고 표시된다. 사고 후 방사선 감시변수의 주제어실 내 표시는 7.5.2.5절에 기술된 규제지침서 1.97의 요건을 만족한다.

발전소 운전원은 정보처리계통과 주요변수지시 및 정보계통-N을 통해 감시기 판독값, 정보설정치, 운전상태에 대한 상세정보를 확인할 수 있다. 해당 계통은 각 감시기의 마이크로프로세서와의 연계를 위해 디지털 통신 네트워크를 사용한다. 운전원은 감시기의 구성 및 이력추이에 대한 정보를 확인할 수 있으며, 운전상태 정보를 통해 오류를 진단할 수 있다. 임의의 마이크로프로세서의 고장은 다른 마이크로프로세서의 기능에 영향을 주지 않을 뿐만 아니라 통신 네트워크에도 영향을 주지 않는다.

전용 운전연계설비를 이용하여 데이터베이스의 항목변경, 감시기의 제어기능 기동 및 감시기 정보설정치의 변경이 가능하다. 감시기의 제어기능에는 시료채취펌프 기동 및 정지, 수동 점검용선원 작동, 감시기 퍼지 개시, 필터 페이퍼의 조정 등이 포함된다. 경고 설정치는 방사능 준위 변화를 관찰하기 위해 정해진다. 잠재적인 유출물 경로에 대한 고-경보 설정치는 순간적으로 배기되는 배출물이 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한치 이내로 유지되도록 각 유로의 최대 예상 유량에 근거하여 결정된다.

11.5.1.2.3 공정 및 유출물방사선감시기

11.5.1.2.3.1 기체 공정 및 유출물 방사선감시기

기체 감시기의 시료채취배관은 ANSI/HPS N13.1에 따라 시료의 건전성에 대한 영향이 최소화되도록 설치된다.

기체공정 및 유출물 방사선감시계통의 각 감시기에 대한 설명은 다음과 같으며, 관련 변수는 표 11.5-1에 기술된다.

가. 보조건물관리지역 I, II 공기조화계통 유출물방사선감시기

보조건물관리지역의 공기조화계통으로부터 배출되는 공기를 감시하기 위해 공기입자, 기체 및 요오드채널로 구성된 2대의 방사선감시기가 설치된다.

나. 보조건물관리지역 I, II 공기조화계통배기 유출물방사선감시기

보조건물관리지역의 공기정화기 배출구로부터 배출되는 공기를 감시하기 위해 공기입자 및 요오드 시료채취를 위해 2대의 시료채취기(sampler)가 설치된다.

다. 원자로건물퍼지계통 유출물방사선감시기

원자로건물의 유출물을 감시하기 위하여 공기입자, 기체 및 요오드채널로 구성된 1대의 방사선감시기가 설치된다.

| 2

라. 원자로건물 공기방사선감시기

원자로건물내의 방사선준위를 감시하기 위해 공기입자, 기체 및 요오드 채널로 구성된 2대의 방사선감시기가 설치된다. 해당 검출기는 정상운전시 원자로 냉각재의 미확인 누설측정에 이용하도록 설계된다. 원자로건물 공기방사선감시기는 원자로건물에서 채취한 공기시료내의 입자, 요오드 및 불활성기체의 방사능을 연속적으로 측정, 지시 및 기록한다.

마. 핵연료취급지역 공기조화계통 유출물방사선감시기

핵연료취급지역의 공기조화계통에서 배출되는 유출물을 감시하기 위해 입자, 기체 및 요오드채널로 구성된 1대의 방사선감시기가 설치된다.

바. 복수기진공펌프 배기 유출물방사선감시기

복수기진공계통의 유출물을 감시하기 위해 입자 및 요오드 시료채취기를 갖춘 기체채널 방사선감시기가 1대가 설치된다.

| 2

사. 주 제어실 공기흡입구 방사선감시기

주 제어실 공기흡입구의 공기 중 방사능을 감시하기 위해 기체채널 방사선감시기가 계열(division)별로 2대씩 총 4대가 설치된다. 해당 감시기들은 주 제어실 외부공기 입구댐퍼와 보충공기 정화기에 연동되어 고방사능 발생시 주 제어실 비상환기 작동신호에 의해 정상운전시 열려 있던 외부공기 입구댐퍼를 자동으로 닫고 주 제어실 공기를 보충공기 정화기를 통해 순환시킨다. 감시채널에는

1E급 전원이 공급된다.

아. 기체방사성폐기물관리계통 배기 방사선감시기

복합건물 배기구로 배출되는 기체방사성폐기물관리계통의 방사능준위를 감시하기 위해 기체채널 설비를 갖춘 양호기 공용의 방사선감시기 1대가 설치된다.

2

자. 복합건물 공기조화계통 유출물방사선감시기

복합건물 공기조화계통의 유출물을 감시하기 위해 공기입자, 요오드 및 기체채널로 구성된 1대의 감시기가 설치된다.

2

차. 복합건물 배기 공기정화계통 입구 방사선감시기

복합건물 지역의 공기 중 방사능 농도를 측정하기 위해 공기입자, 요오드 및 기체채널 설비를 갖춘 양호기 공용의 방사선감시기 1대가 설치된다.

2

카. 고에너지배관지역 공기조화계통 입구 및 출구 방사선감시기

고에너지배관지역 공기조화계통 입구 방사능 준위를 감시하기 위해 공기입자, 기체 및 요오드 채널로 구성된 감시기 1대가 설치되고, 공기조화계통 출구 방사능 농도를 측정하기 위해 입자 및 요오드 시료채취기 1대가 설치된다.

2

타. 복합건물 오염기기 공작실 공기정화기 출구 방사선감시기

복합건물 오염기기 공작실 배기구로 배출되는 유출물을 감시하기 위해 공기입자, 요오드 및 기체 채널 설비를 갖춘 방사선감시기 1대가 설치된다.

11.5.1.2.3.2 액체 공정 및 유출물방사선감시기

다음과 같은 액체 공정 및 유출물방사선감시기가 설치되며, 각 감시기와 변수는 표 11.5-2에 기술된다.

가. 1차측기기냉각수펌프 공급모관 방사선감시기

기기냉각수펌프 후단에서 채취된 시료는 연속으로 감시되며, 계열별로 1개씩 설치된다. 방사선감시기를 통과한 시료는 1차측기기냉각수계통으로 회수된다.

측정된 방사능은 원자로냉각재계통 또는 방사성 물질을 함유하고 있는 다른

계통으로부터 1차측기기냉각수계통으로 누설이 있음을 의미한다.

나. 액체방사성폐기물관리계통 유출물방사선감시기

액체방사성폐기물 감시탱크의 유출물을 감시하기 위해 방사선감시기가 양호기 공용 으로 2대 설치된다. 유출물에 설정치 이상의 방사선이 검출되면, 액체방사성폐기물관리계통 방사선감시기는 주제어실과 방사성폐기물 제어실에 경보를 발생시키고, 유출물의 방출을 차단한다.

다. 증기발생기 취출 방사선감시기

증기발생기로부터 시료를 취출하여 1차측에서 2차측으로의 누설을 감시하는 방사선감시기가 3대 설치된다. 각 증기발생기의 취출수는 감시기에 의해 연속적으로 감시되며, 해당 시료는 증기발생기취출계통으로 회수된다.

라. 응축수회수탱크 방사선감시기

보조증기계통의 응축수회수탱크 유출물의 방사능농도를 감시하기 위해 방사선감시기가 1대 설치된다. 설정치 이상의 방사능 검출시, 시료채취계통의 시료채취펌프는 자동으로 정지되고 응축수회수탱크의 유출물은 액체방사성폐기물 기기폐수탱크로 유로가 변경되며, 운전원에게 경보를 제공한다.

마. 복수탈염계통 배수조 방사선감시기

복수탈염계통 배수조 출구의 총감마 방사선을 측정하기 위해 방사선감시기 1대가 설치된다. 고 방사선 신호가 발생하면, 환경으로 배출하기 전에 액체방사성폐기물관리계통으로 이송된다.

바. 종합폐수처리장 집수조 방사선감시기

종합폐수처리장 집수조 출구에서의 방사능 유출을 측정하기 위해 방사선감시기 1대가 설치되며, 최종 방류구에는 연속시료채취기가 설치된다. 유출물에 설정치 이상의 고방사능이 검출되면 종합폐수장으로부터의 배출을 자동으로 차단하고 운전원에게 경보를 제공한다.

사. 기타 액체 공정방사선감시기

화학 및 체적제어계통 유출 및 탈기기 출구의 방사선 준위를 연속적으로 감시하기 위해 2대의 방사선감시기가 설치된다. 해당 방사선감시기들에 대한 상세한 내용은 9.3.4.5.5절에 기술된다.

11.5.1.3 교정 및 정비

감시기기의 검출기는 공장시험을 거치며, 검출기의 기능은 점검선원(check source)을 활용하여 주기적으로 확인 가능하고, 검출기 교정은 교정선원(calibration source)을 이용하여 현장에서 교정할 수 있다.

방사선감시계통기기는 주기적으로 조사 및 검사한다. 검출기는 조사선원의 응답이 부적절하게 지시되거나 다른 기기의 정비로 인해 지시계기의 정밀도에 영향을 줄 수 있을 경우에도 교정된다.

11.5.2 공정 및 유출물 방사선 시료채취 계통

11.5.2.1 프로그램

공정 및 유출물 방사선감시기의 연속적인 측정과 더불어 주기적인 시료채취가 수행된다. 시료채취프로그램은 규제지침서 1.21 요건에 따라 계획된다.

잠재적으로 방사능오염이 예상되는 연속유출경로에는 주기적으로 시료채취 및 분석이 수행된다. 모든 저장폐기물은 시료채취되고 환경으로 배출 전에 분석된다.

NUREG-0737, 10 CFR 50 및 규제지침서 1.97 요건에 따라 방사능 유출경로의 사고 후 시료채취를 위한 특수 설비가 구비된다.

11.5.2.2 시료채취 위치

시료채취의 위치는 규제지침서 1.21, SRP 및 ANSI/HPS N13.1 요건을 만족하도록 선정된다. 시료채취 기기 및 위치는 NUREG-0737 요건과 규제지침서 1.97 요건의 사고 후 시료채취요건에 따라 제공된다. 해당 요건 중 일부는 방사선감시계통에서 제공되는 설비를 사용하지만 휴대용 계측기로 시료를 채취할 수 있도록 시료탭만 제공되는 경우도 있다.

원자로건물 공기와 모든 액체방사성폐기물탱크의 유출물은 환경으로 배출되기 전에 시료채취된다. 원자력안전위원회고시 제2014-34호(방사선방호 등에 관한 기준)의 제한치에 따라 방출율과 경보 설정치를 설정하기 위해 구성 핵종과 농도를 결정하기 위한 분석을 수행한다.

감시되지 않는 계통으로의 방사능 누설을 감지하거나 연속감시기 정보를 확인하기 위해 계통은 주기적으로 시료채취된다. 이러한 시료채취를 통해 환경으로 배출될 수 있는 열

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

교환기와 같은 기기의 누설여부를 확인할 수 있다.

다양한 기체유출구로부터 배출되는 핵종의 산정을 위해 보조건물관리지역 공통 배기구에서 주기적으로 시료를 채취한다.

액체방사성폐기물관리계통은 방사선감시기 설치지점의 유출물뿐만 아니라 폐기물감시탱크와 부속계통으로부터 시료를 채취할 수 있도록 설계된다.

특정 시료채취에 대한 절차 및 기기는 NUREG-0737 및 규제지침서 1.97 요건에 따라 배기구의 사고 후 시료채취에도 이용된다(11.5.1.2.3.1절 참조).

또한, 일부계통은 연속감시기 고장시 16장 기술지침서에서 요구하는 조치를 수행하기위해 시료채취를 한다.

11.5.2.3 예상 성분 및 농도

발전소 운전조건의 차이로 인해 원자로건물이나 액체방사성폐기물관리계통으로부터의 일괄처리 유출물과 연속유출물은 항상 일정하지 않으므로 핵종 성분도 유동적이다. 액체유출물의 예상방사능 농도는 표 11.2-1에 기술되며, 연중 대기유출 예상치는 표 11.3-4에 기술된다.

11.5.2.4 시료채취 주기 및 절차

채취된 시료는 방사성폐기물의 유출과 관련한 발전소 운전절차에 따라 측정되고 분석된다. 시료채취 주기는 규제지침서 1.21 요건에 따라 정해진다. 발전소 시료채취절차는 대표시료가 채취되도록 각 시료채취 장소에 대한 시료채취방법이 작성되고, 해당 방법은 시료를 채취하는 모든 종사자에게 동일하게 적용된다.

시료채취노즐과 시료배관은 방사성 기체, 입자 및 요오드에 대하여 ANSI/HPS N13.1에 따라 대표 시료를 채취한다. 요오드, 입자 및 기체시료는 필터나 시료채취기를 이용하여 수집하고, 분석한다.

11.5.2.5 분석절차 및 민감도

공정 및 유출물 기체와 액체시료는 발전소 절차에 따라 분석된다. 사용된 분석절차는 원전산업계나 일반표준에서 적용되는 방법론에 근거하며, 결과의 정확성과 정밀도는 방사능 표준을 이용하는 실험실에 따라 표준화 된다.

11.5.3 참고문헌

1. 10 CFR 20, "Standard for Protection Against Radiation", U.S. NRC, January 1992.
2. 10 CFR 50, "Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities", U.S. NRC, January 1992.
3. 10 CFR 70, "Domestic Licensing of Special Nuclear Material.", U.S. NRC, January 1992.
4. Regulatory Guide 1.21, Rev. 2, "Measuring, Evaluating, and Reporting Radioactive Material in Liquid and Gaseous Effluents and Solid Waste", U.S. NRC, June 2009.
5. Regulatory Guide 1.45, Rev. 1, "Guidance on Monitoring and Responding to Reactor Coolant System Leakage", U.S. NRC, May 2008.
6. Regulatory Guide 1.97, Rev. 4, "Criteria for Accident Monitoring Instrumentation for Nuclear Power Plants", U.S. NRC, June 2006.
7. Regulatory Guide 8.12 Rev. 2, "Criticality Accident Alarm Systems", U.S. NRC, October 1988.
8. NUREG-0737, "Clarification of TMI Action Plan Requirements" Revision 0, U.S. NRC, October 1980.
9. ANSI/HPS N13.1, "Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities", American Nuclear Standards Institute, January 1999.

표 11.5-1 (3 중 1)

기체 공정 및 유출물 방사선감시계통

설치장소	기기번호	기기형식	설계등급 ¹⁾				감시범위(Bq/cc) ²⁾					기능 및 비고
			S	SE	Q	E	공기입자 Gross β	요오드 I-131 γ	기체 Gross β	액체 Gross γ	지역	
고에너지배관지역 공기조화계통 유출물	RE-006	오프라인	N	III	A	N	Sampler	Sampler	N/A	N/A	N/A	분석
고에너지배관지역 배기 공기정화기 입구	RE-007	오프라인	N	III	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^7	N/A	N/A	지시 및 경보 (주제어실)
보조건물관리지역 I, II 공기조화계통 여과기 입구	RE-013 RE-014	오프라인	N	II	A	N	3.7×10^{-10} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-10} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^7	N/A	N/A	지시 및 경보 (주제어실)
보조건물관리지역 I, II 공기조화계통 배기 유출물	RE-015 RE-016	오프라인	N	II	A	N	Sampler	Sampler	N/A	N/A	N/A	분석
보조건물관리지역 I, II 비상배기 공기정화기 입구	RE-017 RE-018	오프라인	N	II	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^7	N/A	N/A	지시 및 경보 (주제어실)
보조건물관리지역 I, II 비상배기 유출물	RE-019 RE-020	오프라인	N	II	A	N	Sampler	Sampler	N/A	N/A	N/A	분석
원자로건물퍼지 유출물	RE-037	오프라인	N	II	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^6	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^6	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^9	N/A	N/A	지시 및 경보 (주제어실) 원자로건물 배기팬 정지

표 11.5-1 (3 중 2)

설치장소	기기번호	기기형식	설계등급 ¹⁾				감시범위(Bq/cc) ²⁾					기능 및 비고
			S	SE	Q	E	공기입자 Gross β	요오드 I-131 γ	기체 Gross β	액체 Gross γ	지역	
원자로건물 공기	RE-039A RE-040A	오프라인	3	I	Q	A	3.7×10^{-5} ~ 3.7×10^1	3.7×10^{-5} ~ 3.7×10^1	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^5	N/A	N/A	경보(주제어실) 누설감지
핵연료취급지역 공기조화계통 유출물	RE-043	오프라인	N	II	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^6	N/A	N/A	지시 및 경보 (주제어실)
복수기진공펌프 배기 유출물	RE-063	오프라인	N	III	A	N	Sampler	Sampler	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^3	N/A	N/A	·지시 및 경보 (주제어실) ·환경에서 원자로 건물로 배출경로 변경 ·분석
주제어실 공기흡입구	RE-071A RE-072B RE-073A RE-074B	인라인	3	I	Q	A B A B	N/A	N/A	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^3	N/A	N/A	·지시 및 경보 (주제어실) ·제어실비상환기 작동신호
기체방사성폐기물 관리계통 배기	0-RE-080	오프라인	N	III	A	N	N/A	N/A	3.7×10^1 ~ 3.7×10^6	N/A	N/A	·지시 및 경보 (주제어실)
복합건물 공기조화계통 유출물	0-RE-082	오프라인	N	III	A	N	Sampler	Sampler	N/A	N/A	N/A	·분석

표 11.5-1 (3 중 3)

설치장소	기기번호	기기형식	설계등급 ¹⁾				감시범위(Bq/cc) ²⁾					기능 및 비고
			S	SE	Q	E	공기입자 Gross β	요오드 I-131 γ	기체 Gross β	액체 Gross γ	지역	
복합건물 배기 공기정화기 입구	0-RE-083	오프라인	N	III	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^6	N/A	N/A	· 지시 및 경보 (주제어실) · 격리신호 공기여과기 경로를 비상 배기로 변경
복합건물 오염기기공작 실 공기정화기 출구	0-RE-084	오프라인	N	III	A	N	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-7} ~ 3.7×10^{-1}	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^7	N/A	N/A	· 지시 및 경보 (주제어실)

- 1) S : 안전등급[ANSI/ANS 51.1 및 원자력안전위원회고시 제2014-15호(원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정)];
(1=SC-1, 2=SC-2, 3=SC-3, N=NNS)
SE : 내진범주; I, II, III
E : 전기등급; A, B, C, D=1E급, N=비1E급
Q : 품질등급; Q, A, S

- 2) 측정용 감시기 유형 및 교정핵종
공기입자 Gross β : Cs-137 β 섬광검출기
기체 Gross β : Kr-85 β 섬광검출기
액체 Gross γ : Cs-137 γ 섬광검출기
요오드 γ : Ba-133 γ 섬광검출기

표 11.5-2 (2 중 1)

액체 공정 및 유출물 방사선감시계통

설치장소	기기번호	기기 형식	설계등급 ¹⁾				감시범위(Bq/cc) ²⁾					기능 및 비고
			S	SE	Q	E	공기입자 Gross β	요오드 I-131 γ	기체 Gross β	액체 Gross γ	지역	
CVCS 유출배관	CV-RE-204	인라인	N	II	A	N	N/A	N/A	N/A	$3.7 \times 10^0 \sim 3.7 \times 10^6$	N/A	· 지시 및 경보(주제어실)
CVCS 탈기기 유출구	CV-RE-265	인라인	N	II	A	N	N/A	N/A	N/A	$3.7 \times 10^0 \sim 3.7 \times 10^5$	N/A	· 지시 및 경보(주제어실)
응축수회수탱크	RE-103	인라인	N	III	S	N	N/A	N/A	N/A	$3.7 \times 10^{-2} \sim 3.7 \times 10^3$	N/A	· 지시 및 경보(주제어실) · 그랜드밀봉수집탱크 격리밸브를 폐쇄하고, 저용존 고형물탱크 격리밸브는 개방 · 시료 채취펌프 정지
증기발생기 취출배관	RE-104 RE-185 RE-186	인라인	N	II III III	A	N	N/A	N/A	N/A	$3.7 \times 10^{-2} \sim 3.7 \times 10^3$	N/A	· 지시 및 경보(주제어실) · 누설감지 · 증기발생기 취출관 격리 · 밸브 폐쇄 · 시료채취관 격리밸브 폐쇄
기기냉각수펌프 공급모관	RE-111 RE-112	인라인	N	II	A	N	N/A	N/A	N/A	$3.7 \times 10^{-2} \sim 3.7 \times 10^3$	N/A	· 지시 및 경보(주제어실) · 누설감지

표 11.5-2 (2 중 2)

설치장소	기기번호	기기형식	설계등급 ¹⁾				감시범위(Bq/cc) ²⁾					기능 및 비고
			S	SE	Q	E	공기입자 Gross β	요오드 I-131 γ	기체 Gross β	액체 Gross γ	지역	
복수탈염계통 배수	RE-164	오프라인	N	III	S	N	N/A	N/A	N/A	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^3	N/A	· 지시 및 경보(주제어실) · 펌프정지신호
액체방사성 폐기물 관리계통 유출물	0-RE-183 0-RE-184	오프라인	N	III	A	N	N/A	N/A	N/A	3.7×10^{-2} ~ 3.7×10^3	N/A	· 지시 및 경보 (주제어실) · 감시탱크 배출 밸브 자동 폐쇄
종합폐수처리장 집수조	RE-190	오프라인	N	III	S	N	N/A	N/A	N/A	3.7×10^{-3} ~ 3.7×10^3	N/A	· 지시 및 경보 · 펌프정지신호

1) S : 안전등급[ANSI/ANS 51.1 및 원자력안전위원회고시 제2014-15호(원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정)];
1=SC-1, 2=SC-2, 3=SC-3, N=NNS)

SE : 내진범주; I, II, III

E : 전기등급; A, B, C, D=1E급, N=비1E급

Q : 품질등급; Q, A, S

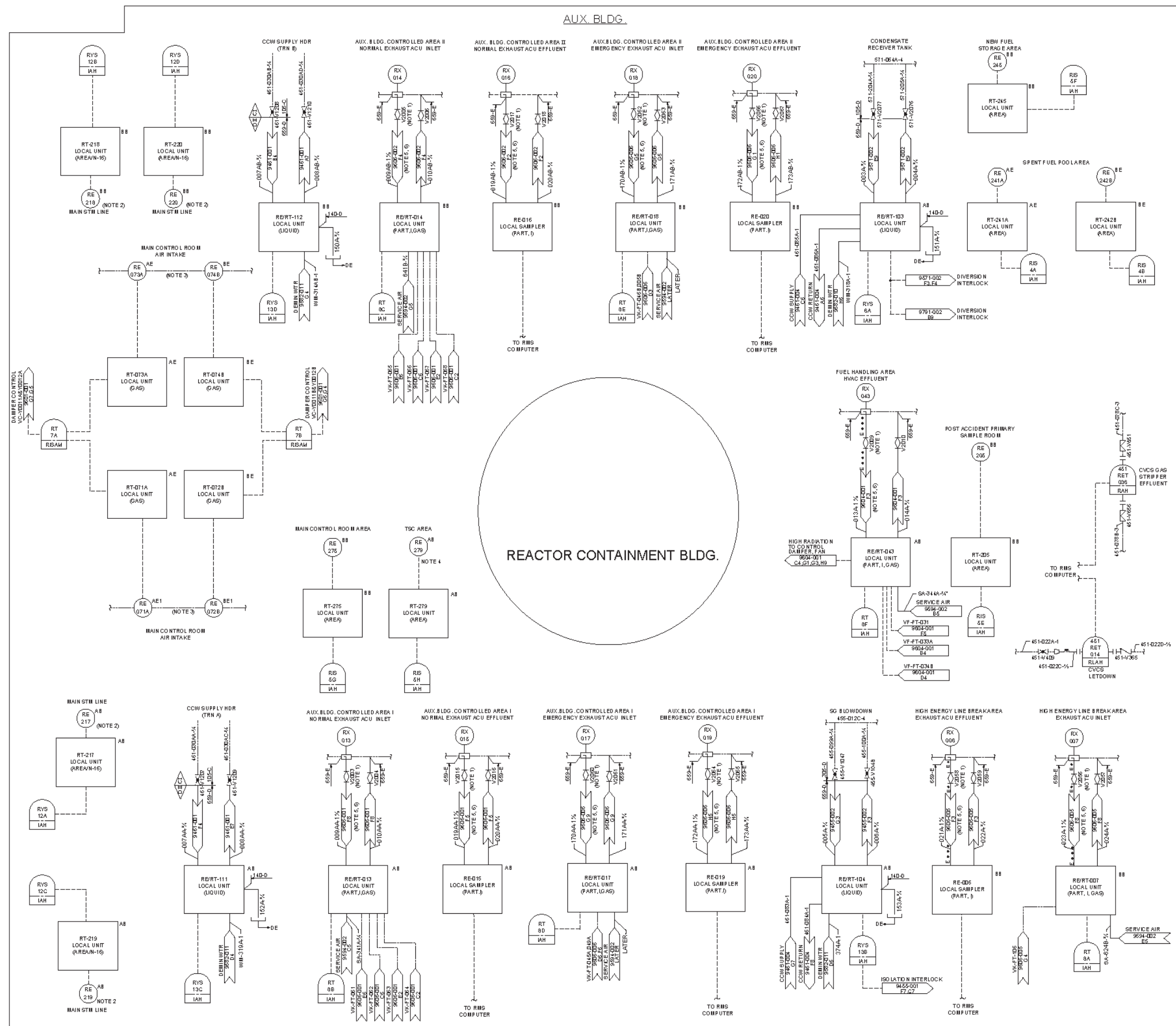
2) 측정용 감지기 유형 및 교정핵종

공기입자 Gross β : Cs-137 β 섬광검출기

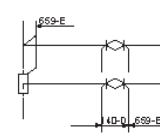
기체 Gross β : Kr-85 β 섬광검출기

액체 Gross γ : Cs-137 γ 섬광검출기

요오드 γ : Ba-133 γ 섬광검출기



NOTES

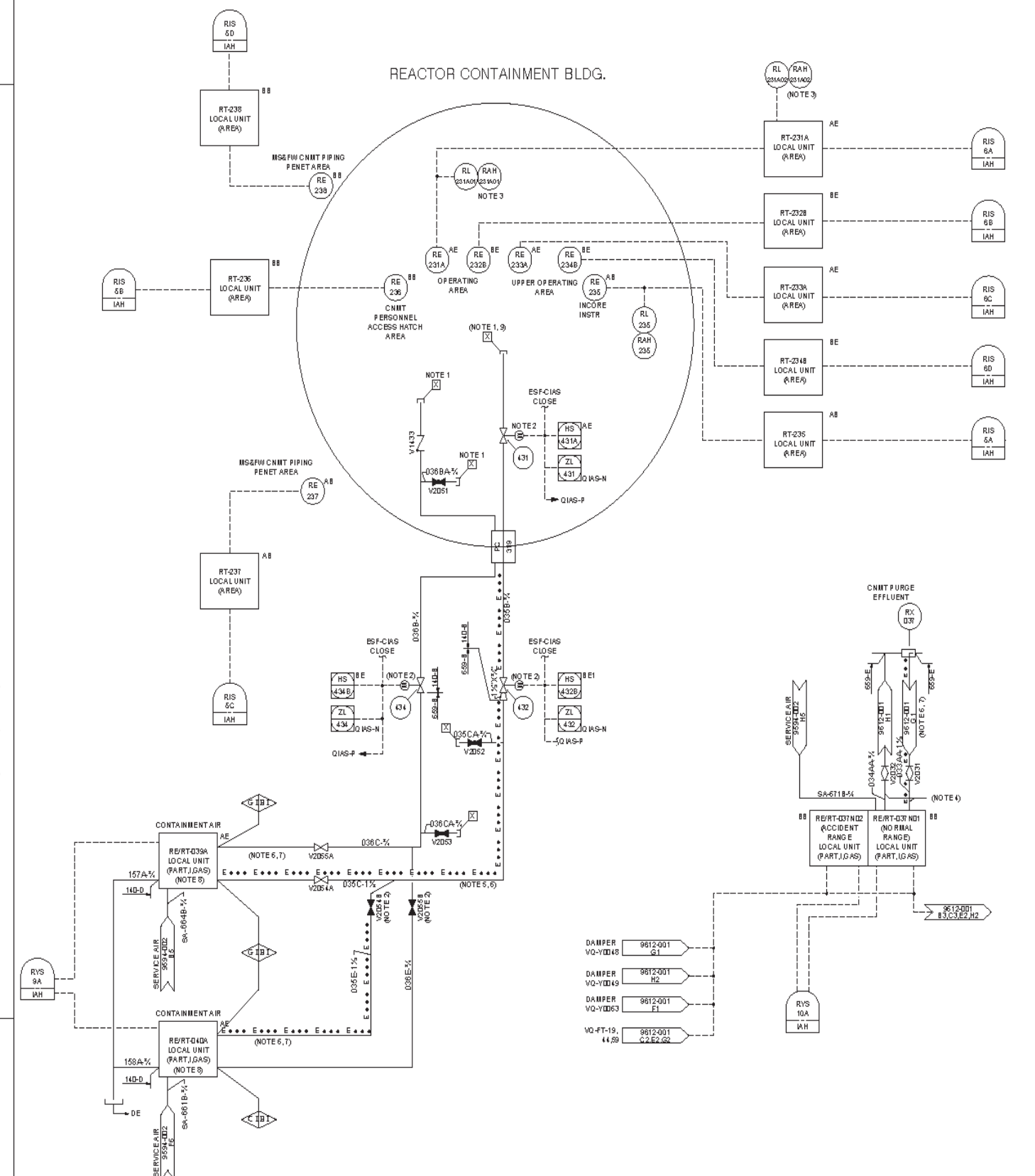
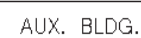
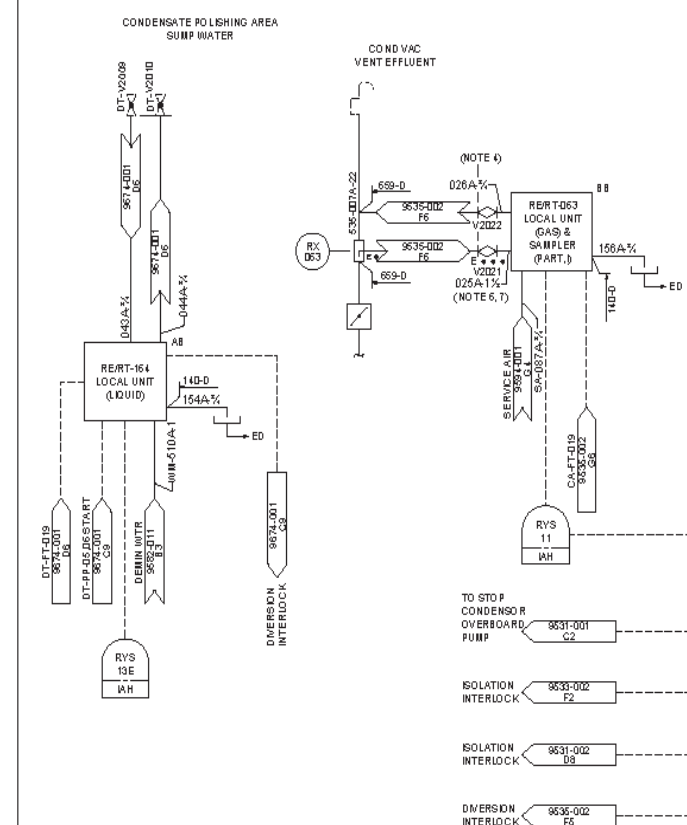
1. CODE BREAK AND PDT CHANGE FOR ALL SAMPLE TAPS AND RETURN POINTS WITH A PLUG VALVE ARE AS TYPICALLY SHOWN BELOW. SEISMIC CATEGORY REMAINS THE SAME AS THE MAIN LINE :

2. THE MAIN STEAM ATMOSPHERIC DUMP VALVE (V), MAIN STEAM SAFETY VALVE (V), OPEN POSITION AND AT SYSTEM TUBE (E), RUNNING STATUS SIGNALS ARE CONNECTED TO THE RMS COMPUTER TO CALCULATE ASSOCIATED DOSE CALCULATION.
(COOR : A9-D-9-D-9-D)
3. THIS DETECTOR IS MOUNTED INSIDE THE HVAC DUCT PLENUM.
4. THIS DETECTOR SHALL CONTINUOUSLY INDICATE AIRBORNE RADIOACTIVITY CONCENTRATION INSIDE THE TSC WHILE IT IS IN USING DURING AN EMERGENCY WHICH ARE NOT REQUIRED NECESSARILY POWERED FROM CLASS 1E POWER SYSTEM. HOWEVER, THIS SYSTEM SHALL BE POWERED FROM RELIABLE NON-1E POWER SOURCE BACKED UP WITH NON-1E D.G. (COOR : D7)
5. FOR GASBORUS PERMISSAMPLE LINE INSTALLATION, THE LINE SHALL BE SLOPED DOWN TOWARD THE MONITOR SHAD AND THE USE OF SAMPLE LINE FITTINGS SUCH AS ELBOWS, UNIONS OR TEES ARE NOT RECOMMENDED. IN PLACE OF AN ELBOW, SAMPLE TUBE BENDING IS RECOMMENDED WITH A BENDING RADIUS OF FIVE TIMES THE OUTSIDE TUBE DIAMETER OR GREATER.
6. FOR GASBORUS PERMISS, THE SAMPLE INLET LINE INSIDE SURFACE ROUGHNESS IS 1.1μ FOR 1 1/4" O.D TUBE AND THE STRAIGHT HORIZONTAL TUBING SECTIONS OF SAMPLE INLET LINE SHALL BE KEPT AS SHORT AS POSSIBLE AND THE NUMBER OF BENDS SHALL BE MINIMIZED TO MEET ANSI/ASME N13.1 (1999) REQUIREMENTS. (COOR : B4, B6, B7, E4, O6, O7)



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분석보고서

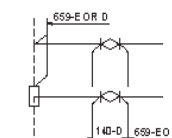
방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (3 중 1)



NOTES

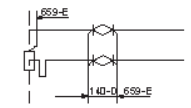
1. THE MATCHING FLANGE WITH A THREADED NIPPLE IS FOR I.R.T.
(COOR : ES, F5)
 2. THIS VALVE IS A FULL PORTED GATE VALVE.
(COOR : ES, D5, G5)
 3. RUMAH-231A1 & A2 ARE COMMON TO RERT-231A, 232B, 233A,
234B. (COOR : G5, G3)
 4. CODE BREAK AND POT CHANGE IS FOR ALL SAMPLE TAP AND RETURN
POINTS WITH A PLUG VALVE AS ARE TYPICALLY SHOWN BELOW.
(F8, C3)
- SEISMIC CATEGORY REMAINS THE SAME AS THE MAIN LINE :



5. HEAT TRACING SYSTEM FOR THE LINE. DSH, D3SC, D3DE IS SUPPLIED BY RING SUPPLIER. SPEC NO. : 3-615-1005
6. FOR COLD-DRY PERMS SAMPLE LINE INSTALLATION, THE LINE SHALL BE SLOPED DOWN TOWARD THE MONITOR SKID AND THE USE OF SAMPLE LINE FITTINGS SUCH AS ELBOWS, UNIONS OR TEES ARE NOT RECOMMENDED IN PLACE OF A FLANGE. SAMPLE TUBE BENDING IS RECOMMENDED WITH A MINIMUM RADIUS OF FIVE TIMES THE OUTSIDE TUBE DIAMETER OR GREATER. (CDD: R, FS, CS, D3)
7. FOR GASEOUS PERMS, THE SAMPLE INLET LINE INSIDE SURFACE RADIUS MUST BE 1.1 IN FOR 1 1/2" TUBE AND THE STRAIGHT HORIZONTAL TUBING SECTION OF SAMPLE INLET LINE SHALL BE KEPT AS SHORT AS POSSIBLE AND THE NUMBER OF BENDS SHALL BE MINIMIZED TO MEET INSURING 15' (3000) REQUIREMENTS. (CDD: R, FS, CS, D3)
8. FOR NORMAL OPERATION, ELECTRICAL POWER OF REPT-D39A IS 'ON' AND THE POWER OF REPT-D39A IS 'OFF' WHEN THE POWER OF REPT-D39A FAILS, THE POWER OF REPT-D39A IS CHANGED TO 'ON' BY OPERATOR. (CDD: R, CS, B6)
9. THE NOZZLE FOR SAMPLING POINT SHALL BE LOCATED AT OR ABOVE ELEVATION 115' AND IN CLOSE PROXIMITY TO THE SUCTION OF REFCF. (CDD: R, CS, B6)

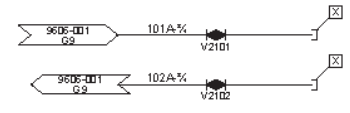
NOTES

1. CODE BREAK AND PDT CHANGE FOR ALL SAMPLE TAP AND RETURN POINTS WITH A PLUG VALVE ARE AS TYPICALLY SHOWN BELOW. SEISMIC CATEGORY REMAINS THE SAME AS THE MAIN LINE :



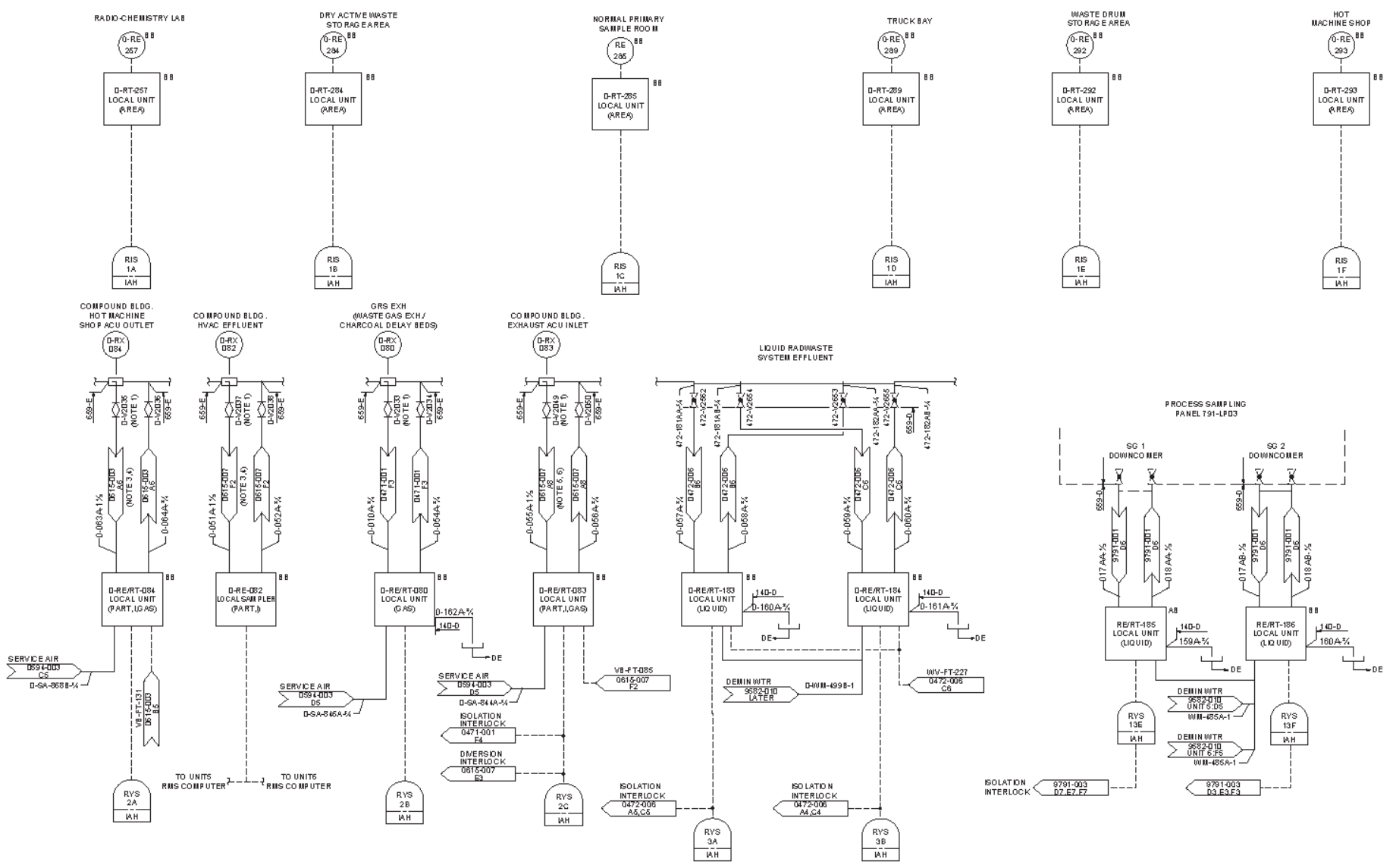
2. THE SAMPLE POINTS LOCATED INSIDE RADIATION CUBICLES SHOULD BE PROVIDED WITH PROVISIONS TO ENABLE THE OPERATORS TO TAKE THE CONCERNED SAMPLE OUTSIDE OF THE CUBICLE. (COOR : H-D)
3. FOR GASEOUS PERMS SAMPLE LINE INSTALLATION, THE LINE SHALL BE SLOPED DOWN TOWARD THE MONITOR SKID AND THE USE OF SAMPLE LINE FITTINGS SUCH AS ELBOWS, UNIONS OR TEES ARE NOT RECOMMENDED. IN PLACE OF AN ELBOW, SAMPLE TUBE BENDING IS RECOMMENDED WITH A BENDING RADIUS OF FIVE TIMES THE OUTSIDE TUBE DIAMETER OR GREATER.
4. FOR GASEOUS PERMS, THE SAMPLE INLET LINE INSIDE SURFACE ROUGHNESS IS 1.1μ FOR 1 1/4" TUBE AND THE STRAIGHT HORIZONTAL TUBING SECTIONS OF SAMPLE INLET LINE SHALL BE KEPT AS SHORT AS POSSIBLE AND THE NUMBER OF BENDS SHALL BE MINIMIZED TO MEET ANSI SP-54 N13.1 (1999) REQUIREMENTS. (COOR : C5, C6, C7)

CONTINUOUS AIR MONITORING SAMPLE TAPS. (NOTE 3)

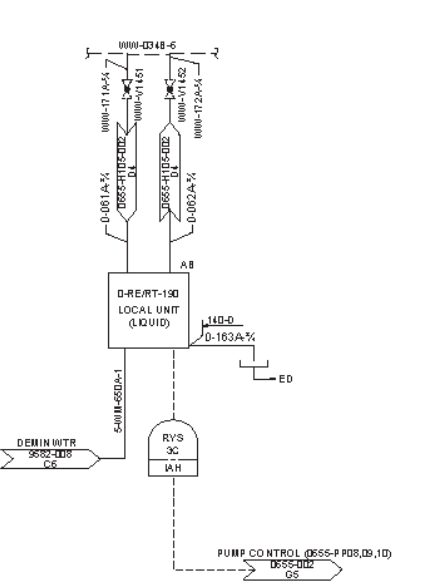


NO	FROM/TO	SAMPLE/RETURN VALVE NO.	SAMPLE/RETURN LINE NO.
1	9-606-003 G9	V2101	101A-%
2	9-606-003 D7	V2103	103A-%
3	9-606-003 C9	V2105	105A-%
4	9-606-003 C3	V2107	107A-%
5	9-606-003 D3	V2109	109A-%
6	9-606-003 C3	V2111	111A-%
7	9-606-004 C9	V2113	113A-%
8	9-606-004 B9	V2115	115A-%

COMPOUND BLDG.



FP & WATER/WASTEWATER TREATMENT BLDG.



한국수력원자력주식회사
신고리 5,6호기
예비안전성분분석보고서

방사선감시계통 배관 및 계장도

그림 11.5-1 (3 중 3)