

11.0 방사성 폐기물 관리

11.1 방사선원향

방사선원향은 일반적으로 차폐, 환기계통, 방사성폐기물계통의 설계와 발전소로부터 액체 및 기체 형태로 환경으로 배출되는 방출량 계산에 이용된다. 출력운전 중에는 핵연료내 소결체내에서 발생된 핵분열생성물의 손상된 핵연료피복재를 통한 냉각재내로의 누설 그리고 냉각재와 계통부식생성물의 중성자 방사화가 주요한 방사선원향이 된다. 100% 출력 운전 시 1% 연료결함을 가정할 경우 예상되는 원자로냉각재의 방사선원향을 기준으로 발전소 폐기물처리계통의 설계가 수행되었다. 원자로냉각재의 방사선원향을 평가하기 위한 변수값은 표 11.1-1에 나타나 있으며, 표 11.1-2는 이 변수값을 사용해 계산한 원자로냉각재내 비방사능이다.

연료 영구인출상태에서는 출력운전으로 인한 핵분열이나 중성자에 의한 방사화로 방사성 물질이 생성되지 않을 뿐만 아니라 정화운전으로 인한 방사성물질의 제거와 자연적인 방사능 감쇄에 따라 원자로냉각재 방사능 농도는 시간이 경과함에 따라 감소할 것으로 예상된다. 또한 원자로냉각재는 정화, 배수되기 때문에, 연료 영구인출상태에서 존재하는 선원향은 사용후연료저장조 냉각재의 방사능이다. 10년간(2007년 ~ 2016년) 사용후연료저장조 냉각재의 주간 방사능측정값을 분석하였으며, 표 11.1-4는 검출된 핵종의 최대값이다. 사용후연료저장조 냉각재의 방사능 농도 또한 냉각과 정화운전의 지속적인 수행에 따라 지속적으로 감소될 것으로 예상된다.

11.1.1 삭제

11.1.1.1 삭제

11.1.2 삭제

11.1.3 삭제

11.1.3.1 삭제

11.1.3.2 삭제

11.1.3.3 삭제

11.1.3.4 삭제

11.1.4 삭제

표 11.1-1

원자로냉각재내 핵분열 및 부식생성물의 방사능 계산 변수



표 11.1-2

원자로냉각재의 핵분열 및 부식생성물의 방사능



()

KRN 1 FSAR

표 11.1-3 삭제



표 11.1-4

사용후연료저장조 냉각재 검출핵종의 최대방사능(10년 운영자료(2007~2016))



11.2 액체방사성폐기물관리계통

액체방사성폐기물처리설비는 액체유출물의 배출이 관련규정을 준수하도록 일반설계기준 3.1에 따라 설계된다.

방사성폐기물처리계통으로 들어오는 액체방사성폐기물은 그 발생원에 따라 분류 및 저장된다. 방사능의 양과 종류를 결정하고 10 CFR 20 요건을 만족시키기 위하여 후속 처리가 필요한지 여부를 결정하기 위해 액체 시료를 채취하고 핵종분석을 포함한 분석이 이루어진다. 계통 배출유로는 적절하게 감시하며 10 CFR 20 제한치를 초과하여 방출되는 것을 막기 위한 격리기능이 갖추어져 있다. 계통의 설계 및 운전 목표는 비제한 구역으로 방사성물질의 방출을 최소화하는 데 있다. 연간 예상 액체방사능 방출은 11.2.6절에 기술되어 있다.

액체방사성폐기물 처리계통은 발전소 출력운전 중 노심 연료봉의 1%가 결함이 발생하여 핵분열 생성물이 원자로냉각재계통으로 확산된다는 가정 하에 설계되었으므로, 연료영구인출 상태에서는 발생하는 모든 잠재적 액체방사성폐기물을 충분히 수집 및 처리할 수 있으며, 10 CFR 20의 배출 제한치를 만족시킬 수 있다. 액체방사성폐기물관리계통의 설계 근거 및 안전성분석 결과로서, 발전소 운영 중 액체방사성폐기물 발생원과 발생량, 연간 예상 액체핵종 방출량 및 배출구에서의 최대허용농도 분율(Fraction of MPC)은 각각 표 11.2-1 및 11.2-3과 같다.

11.2.1 설계 목표

액체방사성폐기물계통은 액체폐기물을 수집, 분류, 처리, 재사용 및 배출하도록 설계되어 있다. 계통 설계 시 잠재적인 종사자 피폭을 고려하고 환경으로 방출되는 방사성 물질의 양이 10 CFR 20의 제한치를 초과하지 않음을 보증한다. 연료영구인출상태에서 방사성물질의 주요 근원은 방사화된 부식생성물, 출력운전 중 발생하여 계통 내에 잔존하는 핵분열생성물이다. 액체폐기물은 사용후연료저장조의 수화학적 관리와 제염활동을 통해서 주로 발생하며, 처리계통 방출수의 희석은 발전소 순환수계통의 영향을 받는다. 또한 방출 유로가 감시되며 제한치를 초과하는 방출수를 차단하기 위한 유로 격리 기능이 갖추어져 있다.

연료영구인출상태에서 원자로 내에서의 연료결함은 없다. 따라서 액체방사성폐기물계통으로부터 방출되어 배출유로를 지나가는 방사능의 양은 10 CFR 20 부록 B에 정의된 허용농도의 극히 일부분이 될 것이다.

액체방사성폐기물계통이 일시적으로 고장나는 경우에는 처리가 가능하고 정상운전과 거의 동일하게 방출을 제한하도록 운전될 때까지 액체폐기물은 그 상태로 유지된다. 액체방사성폐기물계통이 위의 목표를 충족시킨다는 것은 11.2.6절에 기술되어 있다.

11.2.2 계통 설명

액체방사성폐기물계통은 잠재적인 방사성 액체폐기물을 재사용 또는 환경으로 배출하기 위하여 수집하고 처리한다. 방출하기 전에 처리된 폐액을 시료채취하고 분석하도록 규정이 마련되어 있다. 실험실 분석에 근거하여, 이러한 폐액은 관리된 상태에서 기기냉각 해수계통을 경유하여 배출되거나 추가 처리를 위하여 보류된다. 액체 방출에 대한 영구기록은 알고 있는 양의 폐액에 대한 분석을 통해 얻을 수 있다. 방사선원항은 11.1절에 기술되어 있다.

액체방사성폐기물계통은 계통으로 유입되는 폐액을 방사능 준위에 따라 분리하도록 배열되어있다. 이는 폐액 발생원과 기기배수를 분리하여 폐액의 상호 혼합을 방지함으로써 이루어진다. 액체방사성폐기물계통은 두 개의 주요 부속계통으로 구성되어 있다. 하나는 모든 고방사성 폐액을 처리하고 두 번째는 모든 저방사성 폐액을 처리한다.

또한 고리본부 종합정비공작건물에서 수집된 폐액은 이동식 탱크에 의해 이송되어, 액체 방사성폐기물계통에서 처리된다.

액체방사성폐기물계통 운전에 필요한 계측 및 제어기는 보조건물에 있는 현장방사성폐기물 제어반에 있다. 이 제어반에 발생하는 모든 경보는 제어실에 있는 주제어실 보드로 전달된다.

공정흐름도는 그림 11.2-1(시트 1과 2)에 있고 계통의 상호연결에 대한 세부사항을 보여준다. 공정 설계변수들은 표 11.2-2에 제시되어 있다. 방사성 폐액이 지나가는 액체방사성폐기물계통 내의 배관과 튜브는 방사선 피폭으로부터 운전원을 적절히 보호할 수 있도록 경로가 설정되어 있다.

11.2.2.1 고방사성 폐기물의 처리

액체방사성폐기물계통으로 유입되는 고방사성 누수는 다음의 발생원으로 부터 수집된다.

1. 기기 배수 공통모관
2. 격납건물 집수정
3. 원자로냉각재 배수 탱크
4. 보조건물 집수정
5. 화학배수 탱크

폐기물저장탱크에 수집된 폐액의 기본 조성은 약간의 방사능을 띤 봉산과 물이다. 이 탱크에 수집된 폐액은 증발처리 되는데, 방사성 동위원소와 봉소 및 공기가 폐액으로부터 제거되고 응축수는 방출될 수 있다. 증발 후 남는 농축폐액은 건조 후 드럼에 포장된다. 폐액 증발기에서 나온 응축수는 폐기물 응축수 탱크로 간다. 폐액 응축수 탱크에 충분한 양의 물이 수집되면 해수 배수로로 방출된다. 계통의 적절한 운전이 가능하게 하고 재처리

를 최소화하기 위해 충분히 잦은 주기로 시료채취가 이루어진다. 시료채취를 수행한 결과 추가적인 처리가 필요한 경우에는 응축수는 추가적인 증발처리를 위하여 폐기물저장탱크로 회수된다.

11.2.2.2 저방사성 폐기물의 처리

저방사성 액체폐기물은 바닥 배수, 원자로냉각재 급이 아닌 물을 함유한 기기 배수, 세탁 및 1차측 샤프 배수, 원자로냉각재 급이 아닌 기타 발생원으로부터 수집된다. 구성 기기는 바닥배수 탱크, 세탁 및 1차측 샤프 탱크 및 여과기, 3대의 폐기물 응축수 탱크이다.

저방사성 누수는 바닥배수를 경유한 보조건물 내 계통 누수와 격납건물 환형구역 배수로부터 바닥배수 탱크로 유입된다.

바닥배수 탱크 폐액의 방사능이 처리과정 없이는 배출 제한치를 만족시킬 수 없는 경우에는 폐기물 저장탱크로 이송되어 폐액 증발기에서 처리된다.

폐액증발기의 농축폐액은 건조 후 드럼에 포장되며, 응축수는 방출 준비를 위하여 폐기물 응축수 탱크로 이송된다.

세탁 및 1차측 샤프 배수는 액체방사성폐기물 중 가장 큰 발생원이며 보통 방사능 제거를 위해 처리할 필요가 없다. 이러한 폐액은 해수 배수유도로 바로 방출될 수도 있다.

실험실 배수 부속계통을 위한 기준은 방사성 폐액은 화학배수 탱크로 이송된다는 것이다.

액체폐기물은 폐기물 응축수 탱크에서 해수 배수로로 방출된다. 방출 밸브는 공정 방사능 감지기와 연동되어 있어서 방출물의 방사능 농도가 설정치를 초과하면 자동으로 닫힌다. 액체 폐기물 방출유량은 현장 제어반에 지시된다.

11.2.3 계통 설계

액체방사성폐기물 계통 기기에 대한 주요 설계변수는 표 11.2-2 에 주어져 있다. 봉산수와 접촉하는 모든 부품과 기기는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작된다. 펌프는 배기와 배수 연결부가 있다. 기기 전원과 냉각수 요건들은 8장과 9.2.2절에 각각 기록되어 있다.

계통 기기는 원자로 격납건물 내부에 있는 원자로냉각재 배수탱크와 펌프를 제외하고 보조건물에 위치하고 있다.

액체방사성폐기물 처리계통 관련 모든 원격계측기, 경보기, 지시 및 제어기는 보조 건물에 위치한 액체방사성폐기물계통 제어반(이하 “제어반”이라 함)에 설치되어 있다. 또한 격납건물 격리밸브는 주제어 보드에서 제어 및 지시된다. 이 제어반에서 경보가 수신되면 주제어 보드에 비정상 경보를 작동시킨다. 경보 발생 시 주제어실 보드에 관련 경보가 발

생한다. 각 펌프마다 정지 경보가 갖추어져 있다. 각 펌프의 제어반에 적색등은 펌프가 운전되고 있음을 나타내고 녹색등은 펌프가 정지되어 있음을 나타낸다. 각 펌프의 출구에는 현장 압력지시계가 설치되어 있다.

11.2.3.1 원자로냉각재 배수탱크

원자로냉각재 배수탱크는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작되었으며, 외형은 접시형 헤드가 있는 수평 원통이다. 이 탱크는 격납건물 내에 있는 원자로냉각재계통과 기타 장치 구성기기의 배수 수집 지점으로서 역할을 한다.

이 탱크는 격납건물 내에 위치하고 있으며, 다음의 발생원으로부터 중력흐름에 의해 액체 폐기물을 수집한다.

1. 원자로 냉각재 루프 배수
2. 원자로냉각재펌프 #2 밀봉 누설수
3. 축압탱크 배수
4. 과잉 추출(Excess Letdown) 열교환기
5. 원자로 용기 플랜지 누설수
6. 연료재장전 수로 배수



탱크는 자동으로 이송펌프가 기동되며, 정상적인 경우에 봉산회수계통의 저장탱크로 이송된다. 격납건물 습식 집수정으로 배관이 연결된 압력방출밸브에 의해 과압이 방지된다.

탱크의 압력, 온도 및 수위는 필요시 제어반에 지시될 수 있다.

11.2.3.2 화학배수탱크

화학배수탱크는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작되었으며, 외형은 밑바닥이 접시형이고 헤드가 평평한 수직 원통이다. 방사화학실험실, 시료채취대 및 제염지역의 방사성 배수를 수집한다. 탱크의 배기는 건물 배기구로 이루어지며, 루프밀봉 익류 배수관이 기기 배수 공통모관으로 연결되어 있다.

탱크의 수위는 현장의 탱크와 고/저 수위 경보와 함께 제어반에서 지시된다. 탱크 고수위 신호로 펌프가 기동된다. 저수위 신호로 펌프가 자동으로 정지된다.

11.2.3.3 세탁 및 1차측 샤워배수 탱크

세탁 및 1차측 샤워배수 탱크는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작되었으며, 외형은 밑바닥이 접시형이고 헤드가 평평한 수직 원통이다. 이 탱크들은 세탁 및 1차측 샤워배수로부터 세제를 함유한 액체폐기물 배수를 수집한다.

한 탱크가 배수로 채워지는 동안, 다른 한 탱크는 격리되어 시료채취를 위해 내용물이 재순환된다. 보통 액체폐기물은 방출이 가능한 정도로 방사능 농도가 충분히 낮다. 탱크 내 용물의 방사능이 배출 제한치를 초과하는 경우에는, 폐기물 저장탱크로 이송되거나 직접 폐기물 증발기로 바로 이송된다. 탱크는 건물 배기구로 배기되며, 루프밀봉 익류 배수관이 바닥배수 공통모관으로 연결되어 있다.

탱크는 모두 제어반에 고/저 수위경보가 있다. 고수위 경보가 동작되면, 고수위 탱크는 격리되고 두 번째 탱크의 입구밸브가 개방된다. 고수위 탱크의 폐액은 시료채취 후 방출 준비 상태가 된다.

이송펌프는 탱크 저수위나 폐액 방출배관의 고방사선 신호에 의해 자동으로 정지된다.

탱크 수위는 현장과 제어반에 지시된다.

11.2.3.4 바닥배수 탱크

바닥배수탱크는 헤드와 밑바닥이 평평한 수직 원통이다. 이 탱크는 격납건물 환형구역 배수를 포함한 해발 (-) 34' 0" 보다 높은 모든 바닥배수로부터 액체폐기물을 수집한다. 내용물은 시료분석을 위해 재순환된다. 수집된 폐액은 증발처리 없이 방출될 수도 있다. 처리가 필요한 폐액은 폐기물 저장탱크로 이송된다. 탱크는 건물 배기구로 배기되며 루프 밀봉 익류 배수관이 보조건물 집수정으로 연결되어 있다.

탱크 수위는 현장과 제어반에 지시되고 고/저 수위 경보장치가 제어반에 있다.

이송펌프는 탱크 저수위나 방출배관의 고방사선 신호에 의해 자동으로 정지된다.

11.2.3.5 방사성폐기물 저장 탱크

방사성폐기물 저장탱크는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작되었으며, 외형은 헤드가 접시형인 수평 원통이다. 이 탱크는 발전소 재사용을 위해 재순환되지 않고 환경으로 방출하기 전에 처리가 필요한 액체폐기물을 수집한다.

정상적으로 폐기물 저장탱크로 유입되는 폐액의 발생원은 다음과 같다:

1. 화학배수탱크
2. 보조건물 집수정
3. 기기배수 공통모관
4. 격납건물 집수정

추가적인 발생원은 다음과 같다:

1. 기기 냉각수 완충탱크 압력방출밸브
2. 봉소회수계통 저장탱크 압력방출 밸브
3. 세탁 및 1차측 샤워배수 탱크
4. 바다배수 탱크
5. 원자로냉각재 배수탱크

이 탱크는 보조건물의 가장 낮은 곳에 위치하고 있다. 탱크 내용물은 처리를 위해 필터를 통해 펌프로 폐액증발기 패키지로 이송되나, 처리가 필요 없는 폐액은 환경으로 바로 배출된다. 탱크의 방사능은 재순환 중 현장에서 채취한 시료의 분석으로 확인된다. 탱크는 건물 배기구로 배기되며 루프밀봉 익류 배수관이 보조건물 집수정으로 연결되어 있다. 탱크 수위는 현장과 제어반에 지시되고, 고/저 수위 경보는 제어반에 발생된다. 폐액증발기 주입펌프는 탱크 저수위나 폐기물 방출배관 고방사선 신호에 의해 자동으로 정지된다.

11.2.3.6 폐기물 응축수 탱크

3개의 폐기물 응축수 탱크는 오스테나이트 스테인리스강으로 제작되었으며, 외형은 헤드 가 접시형인 수직 원통이다. 이 탱크들은 15 gpm 폐액증발기 패키지로부터 생성되는 응축수를 수집한다. 내용물은 현장 시료 채취 후 펌프에 의해 기기냉각 순환수 배수로로 이송된다. 그러나 재처리가 필요한 경우, 탱크 내용물은 방사성폐기물 저장탱크로 회수된다. 각 탱크에는 현장 배기구와 루프 밀봉 익류 배수관이 갖추어져 있다.

1977년에 제작된 두 개의 탱크는 현장의 수위 지시계와 제어반의 고/저 수위 경보장치 및 수위 지시계가 있다. 탱크 선택 스위치는 운전중인 펌프를 정지하도록 선택된 탱크의 저수위시 신호와 연동된다. 펌프는 또한 폐기물 방출배관 고방사선 신호에 의해 자동으로 정지된다. 탱크 고수위 신호 발생 시 자동으로 폐액증발기의 방출밸브가 닫히고 재순환밸브가 열린다.

11.2.3.7 폐기물 처리 여과기

폐액증발기 주입펌프의 방출수는 25 미크론 이상의 입자를 제거하는 방사성폐기물 처리여과기를 통과한다. 여과기 엘리먼트는 일회용 합성 카트리지형이며 입구와 출구에 현장 압력 지시계가 있다. 제어반에는 유량지시계가 있다.

11.2.3.8 15 gpm의 폐액증발기 패키지

폐액증발기는 처분을 위해 드럼 포장될 방사성물질의 부피를 감소시키기 위하여 다양한

액체폐기물을 농축시킨다.

1986년에 설치된 15 gpm 증발기 패키지는 증발기 몸체, 증기 정화 칼럼, 가열기, 농축수 냉각기, 저장탱크, 표면 응축기, 증류수 냉각기, 재순환 펌프 및 두 대의 증류수 펌프로 구성되어 있다. 패키지는 스킴드 탑재형이며 밸브, 배관 및 계측기를 포함하고 있다. 제어반은 원격운전을 위해 증발기실(타 폐기물 계통 제어반과 인접) 차폐벽 외부에 있다. 정격 유량 15 gpm은 증발기 내의 운전수위를 유지하는 자동유량제어밸브에 의해 조절된다. 현장 압력지시계가 제어밸브 전단에 있다.

증발기 몸체에서 발생한 15 gpm 증발기 증기는 증기정화칼럼을 통하여 상승하고 액체 방울은 저장탱크에 수집된다. 저장탱크에 수집된 액체는 저장탱크 펌프에 의해 비등 부위로 회수된다. 15 gpm의 증발기 증류수는 증류수냉각기를 통하여 폐기물 응축폐액탱크로 방출시키는 펌프에 의해 이송된다. 증류수는 냉각기 후단에 위치한 전도도 지시 및 제어기의 설정치나 폐기물 응축수 탱크의 고수위 신호에 의해 증발기로 회수될 수 있다. 증발운전 주기종료 시점은 증류수의 전도도 상승으로 알 수 있다.

15 gpm 증발기의 재순환 펌프는 가열기와 증발기 몸체 사이에 액체를 연속적으로 순환시킨다. 이러한 순환운전은 항상 대표성이 있는 농축수 시료채취를 가능하게 해준다. 증발기는 시료를 분석하는 동안에 농도를 일정하게 유지하기 위하여 수동으로 증류수 차단(reject) 모드로 놓을 수 있다. 증발운전은 봉산농도가 12 %에 도달하거나 방사능이 40 μ Ci/cc에 도달했을 때 운전원에 의해 종료된다. 봉산농도와 방사능은 실험실 분석에 의해 결정된다.

11.2.3.9 원자로냉각재 배수탱크 펌프

두 대의 펌프가 있다: 소형 펌프는 발전소 정상운전을 위한 충분한 용량을 제공하고, 대형 펌프는 침두부하 및 대기 운전을 제공한다.

ON 및 OFF 지시와 함께 자동 또는 수동 제어를 위해 각 펌프의 수동 제어 스위치가 제어반에 구비되어 있다. 스위치는 정비 시 펌프가 운전되는 것을 막기 위해 잠금 위치로 전환될 수 있다. 각 펌프의 방출배관에 현장 압력 지시계가 있다.

배수탱크 펌프 방출배관 격리밸브는 주제어 보드와 액체폐기물 처리 제어반에 밸브 위치 지시램프와 함께 제어스위치가 있다.

11.2.3.10 화학배수 탱크 펌프

한 대의 펌프가 있으며 처리를 위해 폐액을 폐기물 저장탱크로 방출한다.

화학배수 탱크펌프의 운전을 위하여 폐기물 처리 제어반에 ON 및 OFF 지시와 함께 제어

스위치가 있다. “자동”위치에서, 탱크 고수위 신호 시 펌프가 기동되고 저수위 신호 시 자동으로 정지된다. 펌프 출구 측에 현장 압력계가 있다.

11.2.3.11 바닥배수 탱크 펌프

한 대의 펌프가 있으며 시료채취와 방출을 위해 탱크 내용물을 재순환 시킨다. 내용물의 방사능이 환경방출 제한치를 초과하는 경우에는 내용물은 증발처리를 위하여 방사성폐기물 저장탱크로 이송된다.

펌프는 제어반에서 수동으로 기동되고 저수위 시 정지된다. 폐기물 처리 공통 방출배관에 서 고방사선 신호가 발생하면 펌프가 정지된다. 펌프의 출구 측에 현장 압력계가 있다.

11.2.3.12 세탁 및 1차측 샤워배수 탱크 펌프

한 대의 펌프가 있으며 다음의 경로로 방출하기 전에 시료채취를 위해 탱크 내용물을 재순환 시킨다.

1. 순환수 배수로(정상 유로)
2. 방사성폐기물 저장 탱크(처리 대기)
3. 폐액증발기 주입탱크(즉시 처리)

펌프의 제어 스위치와 ON/OFF 지시계 및 저수위 펌프정지 연동 선택스위치(탱크 A 또는 B)가 폐기물 처리 제어반에 있다.

이송펌프는 수동으로 기동되고, 저수위 신호에 의해 정지 될 때까지 계속 운전된다. 또한 폐기물 처리 공통 방출배관의 고방사선 신호에 의해서도 펌프가 정지된다. 펌프 출구 측에 현장 압력계가 있다.

11.2.3.13 15 gpm 폐액증발기 주입펌프

15 gpm 주입펌프의 운전유량은 폐액증발기로 주입되는 15 갤런과 재순환 되는 잉여분을 포함한다. 시료의 방사능이 충분히 낮은 경우에는 폐기물 저장탱크 내용물을 순환해수 배수로로 바로 방출할 수도 있다.

폐액증발기 주입펌프 운전을 위한 제어 스위치는 ON/OFF 지시기와 함께 제어반에 있다.

폐액증발기 운전을 위해 주입펌프는 제어반의 스위치나 펌프에 있는 자기복귀식 정지/기동 누름버튼에 의해 수동으로 기동된다. 펌프는 계속 운전되고, 증발기로 주입되는 유량은 증발기와 함께 설치된 조절밸브에 의해 15 gpm 의 정격유량으로 제어된다. 펌프 출구

의 우회배관은 잉여유량을 저장탱크로 회수하는데, 이는 펌프의 과열을 방지하고 탱크 내용물을 혼합하는 기능을 한다. 펌프 출구 측에 현장 압력계가 있다.

11.2.3.14 격납건물 습식 집수정 펌프

습식 집수정의 폐기물을 폐기물 저장탱크로 이송하기 위한 두 대의 펌프가 있다.

두 대의 격납건물 습식 집수정 펌프 각각의 제어스위치가 ON/OFF 지시기와 함께 제어반에 있다. 또한, 제어반에는 선택스위치가 있어서 정상 운전을 위한 한 대의 펌프를 선택할 수 있다. 집수정 고수위 신호에 의해 격납건물 습식 집수정 차단밸브가 열리고, 선택된 펌프가 기동된다. 폐액이 지속적으로 증가하여 고-고수위 신호가 발생하면 두 번째 펌프가 기동된다. 수위가 저수위 설정치까지 감소하면, 두 펌프는 정지되고 시퀀스는 정상운전 조건으로 복귀된다.

집수정 수위 지시기가 고-고 수위 경보와 함께 제어반에 있다.

습식 집수정 내부와 외부 격납 격리밸브를 위한 독립식 Close/Auto/Open 스위치와 상태 지시기가 제어반과 주제어 보드에 있다.

폐기물 저장탱크의 고수위 신호에 의해 집수정 펌프가 정지되도록 연동되어 있다.

11.2.3.15 폐기물 응축수 펌프

동일한 2대의 펌프가 있다. 한 대가 이송용 또는 재순환용으로 사용되고, 나머지 한 대는 대기 상태에 있다.

각 펌프의 제어 스위치와 ON/OFF 지시기 및 저수위 펌프정지 연동 선택스위치(탱크 A 또는 B)가 제어반에 있다.

두 펌프 중 한 대는 제어반에서 또는 제어반 스위치가 Auto 모드시 현장제어실에서 수동으로 기동되고 저수위 신호에 의해 정지될 때까지 계속 운전된다. 폐기물 처리 공통방출 배관의 고방사선 신호에 의해서도 펌프가 정지된다. 펌프 출구 측에는 현장 압력계가 있다.

11.2.3.16 보조건물 집수정 펌프

집수정의 폐기물을 폐기물 저장탱크로 이송하기 위한 두 대의 펌프가 있다.

두 대의 보조건물 집수정 펌프 각각의 제어 스위치가 ON/OFF 지시기와 함께 제어반에 있다. 또한, 제어반에는 선택스위치가 있어서 정상 운전을 위한 한 대의 펌프를 선택할 수 있다. 집수정 고수위 신호에 의해 선택된 펌프가 기동된다. 폐액이 지속적으로 증가하여

고-고수위 신호가 발생하면 두 번째 펌프가 기동된다. 수위가 저수위 설정치까지 감소하면, 두 펌프는 정지되고 시퀀스는 정상운전 조건으로 복귀된다.

또한, 집수정 수위 지시기가 고-고 수위 경보기와 함께 제어반에 있다.

11.2.3.17 연속 방사선 감시기

오프라인 액체유출물 방사선감시기는 액체방사성폐기물 처리계통에서 순환수 배수로로 배출되는 모든 액체유출물을 연속 감시한다. 방사선 준위는 현장 제어함에 지시되고 RMS 컴퓨터 시스템에 기록된다. 이 감시기에서 고방사선 신호 발생시 배출배관의 직렬유로 두 밸브가 자동적으로 닫히고 세탁 및 1차측 샤워배수 탱크, 바닥 배수 탱크, 폐기물 응축수 탱크, 봉산회수계통 감시탱크 펌프를 정지시킨다. 또한 고방사선 신호는 순환배수 배수로로 방출하고 있을 경우 폐액증발기 주입펌프를 정지시킨다. 이에 따라 액체폐기물처리계통으로부터의 모든 액체유출물의 배출이 종료된다. 고 방사선 경보는 현장 제어함, 제어실과 보건물리실에서 발생된다. 배출되는 액체 유출물의 희석을 보증하기 위하여 A 계열 루프에 있는 두 대의 기기냉각배수펌프 중 한 대가 운전되고 있지 않으면 2개의 방출밸브 중 두 번째 밸브는 개방될 수 없다.

공정 및 유출물 방사선감시계통에 대한 상세한 설명은 11.4절에 있다.

11.2.3.18 현장설치 배관

방사성폐액을 이송하는 액체폐기물처리계통의 배관은 배관 도면에 따라 경로가 설정된다. 따라서, 현장설치 배관은 없다.

11.2.3.19 폐기물 응축수 탈염기

폐기물 응축수 탱크 전단에 위치한 한 대의 혼상 탈염기가 증발기나 폐기물 저장탱크에서 오는 공정수의 오염물질을 제거한다.

11.2.4 운전 절차

11.2.4.1 일반 사항

액체방사성폐기물처리계통은 원자로냉각재 배수탱크 회로의 몇 가지 기능을 제외하고는 수동으로 운전된다. 계통은 계통기기를 보호하기 위한 적절한 제어장치와 적절한 계통운전을 위한 정보를 운전원에게 제공하기 위한 적절한 계측 및 경보 기능을 포함하고 있다.

11.2.4.2 정상 운전

정상 및 비정상의 모든 상황에서 원자력 발전소 운전 중 액체방사성폐기물처리계통의 운전은 본질적으로 동일하다. 유일한 차이는 계통에 걸리는 부하이다. 여러 기능의 수행과 관

련된 계통운전에 대해서는 다음 절에서 논의된다. 또한 기기운전의 구체적인 사항들은 11.2.3절에 언급되어 있다. 액체폐기물처리계통은 안전등급 II에 해당된다.

11.2.4.3 폐기물 부분

계통의 폐기물 부분은 3개 부속계통 즉, 세탁 및 1차측 샤워배수 계통, 바닥 배수탱크 계통, 폐기물 저장 탱크 계통으로 구성되어 있다.

세탁 및 1차측 샤워배수는 세탁 및 1차측 샤워배수 탱크로 유입되어 저장되고, 재순환 및 시료채취가 이루어진다. 폐액의 방사능이 충분히 낮으면, 직접 환경으로 배출될 수도 있고, 방사능이 높으면 추가적인 처리를 위해 폐기물 저장탱크로 이송된다.

바닥배수폐액은 저장 및 시료채취를 위하여 바닥배수탱크로 유입된다. 그다음 폐액을 배수로 직접 방출할지 추가적인 처리를 위해 폐액증발기로 이송할지 여부가 결정된다.

처리되어야 하는 모든 고 방사능성 폐액은 폐기물 저장탱크로 수집된다. 이 부속계통의 운전은 배치(batch)식으로 운전된다. 충분한 폐액이 탱크에 수집되면 폐액은 15 gpm의 유량으로 증발기로 이송된다. 증발기 운전 시 응축수는 폐기물 응축수 탱크로 가고 농축수는 보유되면서 계속 운전된다. 농축된 폐액이 설정된 붕산 농도 또는 방사능 농도에 도달하면, 건조 및 드럼 포장을 위하여 고체방사성폐기물처리계통으로 이송된다. 응축수 탱크의 내용물은 다시 시료채취되고 환경으로 배출하거나 추가적인 처리를 위해 폐기물 저장탱크로 회수된다. 방출되는 모든 공정수들의 유로는 하나의 중앙 유로 제어실을 통하여 결정된다.

계통으로부터 액체 폐기물의 방출을 허가하기 위해서는 최소한 두 개의 밸브가 개방되어야 한다. 방출되는 각 배치에 대하여 방사선 감시기가 경보를 발생시키도록 설정되고 방사능 준위가 설정치에 도달하면 두 개의 방출밸브가 닫히고 방출이 종료된다. 이 설정치는 배치로부터 채취한 시료의 방사능 준위와 배치를 방출할 시간에 순환수의 유량에 근거하여 각 배치에 대해 계산된다. 이 값이 설정되면 순환수에서 희석 후의 농도가 10 CFR 20의 최대허용농도(MPC) 이하가 된다.

11.2.5 성능시험

기기, 계측제어 장치 및 적용될 경보 및 제어 설정치의 운전성을 입증하기 위해 초기성능시험이 수행된다.

구체적 목표는 다음사항을 실증하는 것이다 :

1. 펌프는 요구되는 유량률과 양정을 가질 수 있음

2. 폐기물 여과기는 요구 유량으로 통과할 수 있음
3. 폐액증발기는 설계된 사양으로 운전됨
4. 계측기, 제어기 및 경보기는 수위, 압력 및 유량을 유지하고 요건대로 지시, 기록되고 경보를 발생시키도록 만족스럽게 작동함
5. 모든 시료채취지점은 시료채취가 가능함

연료영구인출상태에서 액체방사성폐기물계통은 언제든지 운영될 수 있으므로 지속적인 점검이 필요하다.

11.2.6 예상 방출량

액체 유출물로 방출되는 방사능량은 다음의 가정사항에 근거하여 예상될 수 있다.

1. 연료 영구인출 상태이므로 원자로냉각재계통에서 연속적으로 발생하는 핵분열생성물과 크러드 생성원은 없음
2. 영구정지 후의 방사성폐기물 발생원은 계통 및 기기에 잔존하는 방사화된 부식생성물과 핵분열생성물이며, 액체방사성폐기물은 주로 계통, 기기 등에 대한 제염활동이나 사용후 연료저장조의 수화학적 관리를 통해 발생할 수 있으나, 발생량이 매우 적고 핵종농도가 매우 낮음
 - 연료영구인출 후 원자로냉각재계통은 계통제염을 위해 원자로보충수(순수)로 채워 습식보존하며, 계통제염 종료 후에는 완전배수 상태를 유지함
 - 계통제염은 기존 발전소 설비(원자로냉각재펌프, 잔열제거펌프, 잔열제거계통 열교환기 등)를 활용하여 수행하되, 이온교환수지탑과 유기산 산화분해장치, 제염약품 주입장치는 별도 제작한 제염설비를 임시 설치하여 활용함
 - 계통제염은 과망간산과 유기산 기반의 공정(산화공정, 환원 및 제염공정, 유기산 분해공정)을 적용함. 계통제염을 통해 용출된 방사성 핵종과 금속이온 및 계통제염을 위해 주입한 과망간산은 별도 제작한 이온교환수지탑을 통해 제거하고, 유기산은 산화분해장치를 통해 분해 제거함
 - 계통제염은 출력운전 대비 저온, 저압의 조건에서 수행되므로 계통제염 수행 중 제염 순환수의 누설 가능성이 낮으며, 계통제염 종료 후의 제염 순환수는 이미 임시 제염설비 중의 이온교환수지탑을 통해 원자로보충수 수준으로 충분히 처리된 상황이므로 액체방사성폐기물관리계통에 대한 영향이 미미함
 - 사용후연료저장조수는 연료가 미임계 저온상태이고, 정화 및 냉각계통에 의해 충분히 정화되므로 발전소 운영중 연료봉 1% 결함을 가정한 원자로냉각재의 핵종농도에 비해 무시할 만한 수준으로 핵종농도가 매우 낮음
 - 사용후연료저장조 구조물의 라이너 플레이트를 통한 미량의 누설수는 사용후연료저장조 배수탱크에 수집되어 전량 재사용되므로, 누설에 의해 사용후연료저장조수가 액체방사성 폐기물관리계통으로 유입될 가능성은 매우 희박함

3. 폐기물 저장탱크로의 이송과 폐액증발기에서의 처리에 대하여 액체폐기물처리계통으로의 방출에 근거한 적절한 붕괴시간이 가정되었음
4. 폐액증발기의 제염계수는 요오드에 대해서 10^3 , 비휘발성 방사성 핵종에 대해서는 10^4 으로 가정되었음

따라서 액체방사성폐기물처리계통을 통하여 배출되는 연간예상평균방사능농도는 10 CFR 20 제한치의 극히 일부분이 될 것으로 예상된다.

11.2.7 배출지점

환경으로의 모든 방출물은 복수기 순환수 배수로를 경유한다. 정상 배출지점은 그림 2.1-1에 있다.

11.2.8 희석인자

액체 유출물은 순환수 배수로에서 희석되며 이것이 배출농도가 된다. 희석배수는 순환수 유량에 근거하며, 연료 영구인출 상태에서 희석에 필요한 순환수 유량이 부족할 경우에는 고리2호기의 순환수(설계유량 : 664,000 gpm) 배수로를 이용함으로써 충분한 희석유량을 확보할 수 있다.

배수로와 700 미터 밖 경계 간 희석배수는 최소 2배수 이다. 동해는 부지 주변지역에서 채취된 어류, 해초류 및 어패류를 통한 간접 방사선원으로만 간주될 수 있다.

11.4절에 기술된 바와 같이, 발전소의 방사성폐기물처리계통 액체유출물은 발전소로 부터 방출되기 전에 수집되고 감시된다. 방출되는 모든 액체방사성폐기물은 부지의 700 미터 경계 밖 비제한 구역을 위한 최대허용농도(MPCw) 보다 훨씬 적을 것으로 예상된다.

발전소 냉각수로 부터의 방사능 배출은 두 가지 모드로 일어난다. 첫 번째는 적은 양의 방사화부식생성물과 핵분열생성물을 정상적으로 통제된 상태에서 냉각수 배수로로 방출하는 것이다. 두 번째는 운전실수 또는 기기 고장의 결과로만 생각될 수 있는데, 감지되어 중단될 단기방출로 간주될 수 있을 것이다. 두 가지 형태의 방사능 방출의 희석을 평가하기 위한 계산 모델은 아래와 같다.

11.2.8.1 단기방출

다량의 물에서 일어나는 확산을 설명하기 위해 수많은 확산 관계식이 유도되어 왔다. 널리 사용되는 관계식은 Okubo와 Prithard에 의해 유도된 관계식이다.

여기서:

$S(r, t)$ = 농도(시간과 거리의 함수), $\mu\text{C}/\text{cm}^3$

M = 총 방사능 방출량, μC

D = 혼합층 깊이, cm

P = 확산 속도, cm/sec

r = 거리, cm

t = 방출 시작 후 경과시간, sec

저수지, 큰 강의 어귀 및 해양에서의 확산속도 관측치 범위는 $0.2 \sim 2 \text{ cm}/\text{sec}$ 이다. 위의 방정식을 적용하고, $P = 0.5 \text{ cm}/\text{sec}$ 이고 $D = 5 \times 10^2 \text{ cm}$ 인 것으로 가정한다.

또한, 방사성 물질이 넓은 해양으로 가기 보다는 해안지역을 따라 이동하는 경우가 관심 조건이므로, 농도관련 방정식은 희석배수 2가 곱해진다. 이 희석배수는 해안선 방향에서 제한된 확산을 고려한 것이다.

주어진 시간에서의 최대 농도는 표류 체적의 중심에 있는 것으로 가정될 수 있고 오로지 시간의 함수이다.

해류의 속도와 다양한 속도에서의 지속성은 이전(2.4.1.2절)에서 논의되었다. 이러한 값들로 부터 계산된 평균속도는 약 $10 \text{ cm}/\text{sec}$ 이다. 이 평균 해류속도를 가정하여 부지로부터 거리의 함수로서 최대농도는 표 11.2-4에 있다.

10 CFR 20에서 요구한 바와 같이, 비제한구역에서 어떤 핵분열생성물 혼합물의 연간 평균 농도는 $1 \times 10^{-7} \mu\text{C}/\text{cm}^3(\text{MPCw})$ 을 초과해서는 안 된다. 부지에서 방사능의 단기방출은 방출된 방사능 $1\mu\text{C}$ 당 $4.48 \times 10^{-11} \mu\text{C}/\text{cm}^3$ 의 최대농도까지 가장 인접한 마을 해안(0.5 마일)에서 희석되는 것으로 볼 수 있다. 또한, 상기 농도는 일시적인 값이고 해안에 도달하는 평균농도가 아님을 주목해야 한다.

11.2.8.2 정상방출

순간방출의 확산에 대한 이전 절에서 사용된 관계식으로부터, 다음과 같이 연속방출에 따른 농도에 대한 표현식을 얻을 수 있다.

여기서 :

Q = 방출률, $\mu\text{C/cc}$

P = 확산속도, cm/sec

X = 방출지점으로부터 S 가 결정되는 하류방향의 거리, cm

D = 혼합깊이, cm

y = S 가 결정되는 교차 담점(Cloud point), cm

t = 평균 해류속도 μ 로 거리 X 에 도달하기 위한 담(Cloud)의 이동시간, sec

주어진 거리에서, 농도 S 는 초기에($t = 0$)에 0(zero)와 같지만, 결국에는 최대상태 S_{\max} 에 상응하는 포화상태에 도달하는데, 최대상태는 방사성 물질이 일정한 유량으로 방출되는 한 지속될 것이다. 이러한 상태에서, S_{\max} 는 오로지 거리의 함수로서 표현된다. 최대농도는 담(Cloud)의 중심선에서 발생한다.

다양한 거리에 대하여 단위 방사능 방출에 대한 최대농도는 표 11.2-5에 있다.

발전소로부터 방사능물질의 연속방출 최대농도는 해류가 가장 인접한 마을 해안에 도달하는 시간까지 약 3배 희석되는데, 이는 발전소 정상운전중의 순환수 유량 616,000 gpm에 근거한 것이다. 연료영구인출상태에서는 순환수 유량이 크게 감소하지만, 2호기 순환수(664,000 gpm) 배수로로 방출함으로써 희석배수를 확보할 수 있다.

11.2.9 예상피폭선량

액체유출물 배출에 의한 개인 피폭은 외부 및 내부피폭을 일으키는 몇몇 가능한 경로를 통하여 일어난다.

주민피폭선량 평가를 위한 주요경로는 주민 전신피폭선량에 기여가 적은 수영과 일광욕에 의한 외부피폭을 포함하여 바다에서 채취한 어류, 어패류 그리고 해초류의 섭취인 것으로 밝혀졌다. 주민피폭에 대한 기여도가 무시할 수 있는 것으로 평가되고 밝혀진 경로는 음

용수, 농산물 및 육가공품의 섭취이다. 지하수 경로는 지하수 공급처의 지역 재충전에 대한 부지의 경사로 인하여 무시할 수 있다. 배출된 방사능물질을 함유한 지표수에 직접적인 노출로 인한 피폭선량은 무시할 수 있다.

주민피폭 평가는 어류 및 어패류의 섭취에 대해 이루어진다.

경로는 최대 가상 노출된 개인의 피폭에 대해 평가된다. 각 경로에 대한 피폭을 최대화하기 위하여, 다음과 같이 가정한다.

1. 개인은 부지에 바로 인접한 바다로부터 채취한 어패류 그리고/또는 어류 50g을 매일 섭취함
2. 개인은 부지에 바로 인접한 바다로부터 채취한 해초류 10g을 매일 섭취함
3. 연간 200 시간을 수영하면서 해수에 노출됨
4. 연간 200 시간 간조와 만조 사이에서 일광욕을 하면서 해안선 모래에 노출됨
5. 연간 200 시간 항해, 배타기, 낚시하면서 해수면에 노출됨

해양 식품 경로를 통한 피폭선량 평가는 수생 생물체가 생물학적 처리를 통해 바닷물로부터 원소를 농축시키는 능력에 의존한다. 이러한 농축계수는 해양생물의 종에 따라 변하며, 주어진 종에 대해서는 다른 원소에 따라 변한다.

계수는 주요 생물상 형태(식물, 무척추 동물, 척추동물)의 식용 부분에서 관심 원소에 대하여 문헌에서 이용 가능한 결과들이다. 이러한 평가를 위해 채프먼에 의해 보고된 농축계수가 사용된다(표 11.2-6 참조). 일반적으로 결과들은 각 생물상 형태의 어떤 한 종에 대해 존재하는 것으로 밝혀진 최대값을 반영하고 있다.

해안선 퇴적물로부터의 피폭선량 평가는 퇴적물 내 핵종의 침적에 따라 달라진다. 모래에 대하여 보고된 최대농축계수는 지르코늄과 니오븀에 대해 530 이다. 세슘에 대한 계수는 해안선 모래에 대해서는 65, 바닥 미사(침니)에 대해서는 650 이다. 1,000의 계수는 세슘 뿐만 아니라 삼중수소를 제외한 모든 방출된 핵종에 대하여 보수적인 평가를 위해 사용된다. 화학적 형태의 물로 방출되는 삼중수소는 농축될 수 없다.

이러한 평가를 위해 보수적인 선량을 모델이 특히 분산선원으로 부터의 직접피폭에 대하여 사용된다.

피폭선량 계산은 재순환 효과를 고려하는 보수적인 희석 인자이다.

결과적으로 고리1호기의 정상출력운전시 개인에 대한 연간 전신피폭선량은 9.96 mrem 미만이 될 것으로 평가되었는데, 이 중 약 82%는 매일 50g을 섭취한다는 가정에 의한 것이고, 나머지 1.83 mrem은 해초류 섭취에 따른 개인의 갑상선 피폭선량으로 인한 것이다. 연료영구인출상태에서는 액체방사성폐기물관리계통을 통하여 액체유출물로 방출되는 연간 방사능의 양이 발전소 운영중의 설계 방출량에 비해 무시할 만한 수준이므로, 개인에 대한 예상피폭선량도 출력운전시의 예상 피폭선량 평가결과에 비해 무시할 만한 수준으로 훨씬 낮을 것으로 예상할 수 있다. 액체 유출물의 배출에 따른 주민의 예상피폭선량 평가는 실제 배출방사능량에 근거하여 주기적으로 수행된다.

11.2.10 11.2절의 참조

1. A. Okubo 와 P. Pritchard, “바다에서 난류 확산에 관한 이론모델 보고서”(Review of Theoretical Models for Turbulent Diffusion in the Sea) Contribution No. 61 Chesapeake Institute, J. of the Oceanogr. Soc. of Japan, 286-320 pp. (1963)
2. Chaman, W.H., et al., “식용 수생 생물체에 관한 화학원소의 농축계수”(Concentration Factors of Chemical Element in Edible Aquatic Organisms), UCRL - 50564(December 1968)

표 11.2-1

발전소 운영중 폐기물 처리계통으로 유입되는 설계 액체방출량

(주간 최대방출량, gal)

<u>Source</u>	<u>During</u>	<u>Refueling</u>	<u>Total Annual</u>
세탁, 샤워 손 세척수	1,568	10,050	107,000
실험실	300	300	15,600
시료채취	245	245	12,800
기기배수	1,243	943	64,000
누수			
제염	800	800	41,600
합계	4,156	12,338	241,000
부하율(1)	21%	61%	24%

(1) 모든 폐기물이 폐액증발기에 의해 처리되는 것으로 가정하고, 2 gpm 공정능력에 근거한 것임

표 11.2-2
설비 요약

탱크류	수량	크기 (gal.)	설계안력 (psig)	설계온도 (°F)	(1) 재질
원자로냉각재 배수	1	350	25 (int.) 15 (ext.)	200	SS
화학폐액 배수	1	600	Atm.	180	SS
세탁 및 1차측 샤워배수	2	600 (each)	Atm.	180	SS
바닥 배수	1	5,000	Atm.	180	CS
폐기물 저장	1	17,000	Atm.	180	SS
폐기물 응축수	3	1,000 (each)	Atm.	180	SS
제열폐액 배수	2	5,000 (each)	Atm.	200	SS

펌프류	수량	유량 (gpm)	양정 (ft.)	설계안력 (psig)	설계온도 (°F)	(1) 재질
원자로냉각재 배수 #48	1	140	53	150	250	SS
원자로냉각재 배수 #49	1	57	72	150	250	SS
화학 배수	1	220	161	150	180	SS
폐기물 응축수	1	150	169	150	180	SS
제열폐액 배수	2	25	105	150	180	SS
제열폐액 배수실 집수정	1	160	125	150	180	SS
		100	134	70	200	SS
		100 (each)	115	40	200	SS

(1) 유체에 접촉하는 재료

표 11.2-2 (계속)

범프류	수량	유량 (gpm)	양정 (ft.)	설계안력 (psig)	설계온도 (°F)	(1) 재질
세탁 및 1차측 샤워배수	1	45	100	150	180	SS
폐액증발기 주입	2	20	107	150	180	SS
격납건물 습식 집수정	2	35	198	150	180	SS
폐기물 응축수	2	78	69	150	180	SS
보조건물 집수정	2	45	78	150	180	SS
	2	41	102	150	180	SS
	2	25	106	150	180	SS
	2	105	56	150	180	SS
기타	수량	유량 (gpm)	(1) 재질	설계안력 (psig)	설계온도 (°F)	
폐액증발기	1	15	SS	50	300	
폐기물 필터	1	35	SS	150	200	
제염폐액 배수필터	1	50	SS	70	200	
제염폐액 배수 스트레이너	1	100	SS	40	200	

(1) 유체에 접촉하는 재료

표 11.2-3

발전소 운영중 연간예상 액체핵종 방출량*과
배출구에서의 최대허용농도(MPC) 분율

핵종	방출량 ($\mu\text{Ci}/\text{yr}$)	배출농도 ($\mu\text{Ci}/\text{cc}$)	MPC 분율
Br-84	7.66×10^{-1}	6.23×10^{-16}	2.07×10^{-10}
Rb-88	3.25×10^1	2.64×10^{-14}	8.80×10^{-9}
Rb-89	7.29×10^{-1}	5.93×10^{-16}	1.98×10^{-10}
Sr-89	3.68×10^1	2.99×10^{-14}	9.97×10^{-9}
Sr-90	1.99×10^0	1.62×10^{-15}	5.40×10^{-9}
Sr-91	2.90×10^0	2.36×10^{-15}	4.72×10^{-11}
Sr-92	1.65×10^{-1}	1.34×10^{-16}	2.23×10^{-12}
Y-90	1.58×10^1	1.28×10^{-14}	6.40×10^{-10}
Y-91	6.07×10^2	4.93×10^{-13}	1.64×10^{-8}
Y-92	9.21×10^{-1}	7.49×10^{-16}	1.25×10^{-11}
Zr-95	1.39×10^1	1.13×10^{-14}	1.88×10^{-10}
Nb-95	7.84×10^0	6.37×10^{-15}	6.37×10^{-11}
Mo-99	4.91×10^4	3.99×10^{-11}	9.98×10^{-7}
I-131	1.97×10^5	1.59×10^{-10}	5.30×10^{-4}
I-132	6.63×10^3	5.39×10^{-12}	6.74×10^{-7}
I-133	1.24×10^5	1.01×10^{-10}	1.01×10^{-4}
I-134	1.01×10^2	8.21×10^{-14}	4.11×10^{-9}
I-135	1.77×10^4	1.44×10^{-11}	3.60×10^{-6}
Te-132	2.03×10^3	1.65×10^{-12}	8.25×10^{-8}
Te-134	7.74×10^{-1}	6.29×10^{-16}	2.10×10^{-11}
Cs-134	5.86×10^3	4.76×10^{-12}	5.29×10^{-7}

* 전노심 열출력의 1%를 발생시키는 연료봉의 피복재에 결함이 있는 상태에서 운전예 근거함

표 11.2-3 (계속)

핵종	방출량 ($\mu\text{Ci}/\text{yr}$)	배출농도 ($\mu\text{Ci}/\text{cc}$)	MPC 분율
Cs-136	2.66×10^3	2.16×10^{-12}	3.60×10^{-8}
Cs-137	2.88×10^4	2.34×10^{-11}	1.70×10^{-6}
Cs-138	1.76×10^1	1.43×10^{-14}	4.77×10^{-9}
Ba-140	6.09×10^1	4.95×10^{-14}	2.48×10^{-9}
La-140	4.22×10^1	3.43×10^{-14}	1.72×10^{-9}
Ce-144	7.05×10^0	5.73×10^{-15}	5.73×10^{-10}
Pr-144	7.05×10^{30}	5.73×10^{-15}	1.91×10^{-9}
Cr-51	1.49×10^1	1.21×10^{-14}	6.05×10^{-12}
Mn-54	1.30×10^1	1.06×10^{-14}	1.06×10^{-10}
Mn-56	9.02×10^0	7.33×10^{-15}	7.33×10^{-11}
Co-58	4.20×10^2	3.41×10^{-13}	3.79×10^{-9}
Co-60	1.27×10^1	1.03×10^{-14}	3.43×10^{-10}
Fe-59	1.76×10^1	1.43×10^{-14}	2.86×10^{-10}
	방출량(Ci/yr)	MPC 대비 농도 분율의 합	
합계	4.35×10^{-1}	6.38×10^{-4}	
삼중수소	8.35×10^2	2.26×10^{-4}	

()

KRN 1 FSAR

표 11.2-4 삭제



()

KRN 1 FSAR

표 11.2-5

단기방출에 따른 희석

<u>거리(Mile)</u>	<u>이동시간(hr)</u>	단위 방출당 침투농도 $S_{peak}/M, \mu\text{C}/\text{cm}^3 \text{ per } \mu\text{C}/\text{sec}$
0.5	2.2	4.48×10^{-11}
1	4.5	2.23×10^{-11}
5	22.3	4.48×10^{-12}
10	45	2.23×10^{-12}
15	67	1.49×10^{-12}
20	90	1.11×10^{-12}
25	111	8.92×10^{-13}

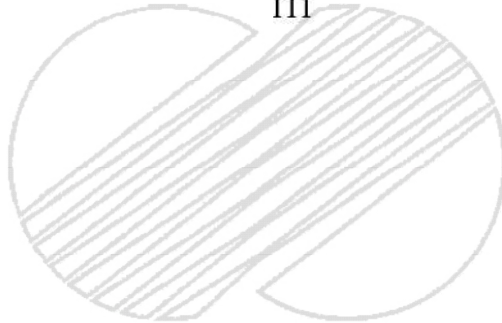


표 11.2-6

연속방출 희석배수

<u>부지로부터 거리(Mile)</u>	<u>다위 방출당 최대농도 $s_{max}/Q, \text{ c/cm}^3 \text{ per c/sec}$</u>
0.5	1.40×10^{-8}
1	0.70×10^{-8}
5	1.40×10^{-9}
10	0.70×10^{-9}
15	0.47×10^{-9}
20	0.35×10^{-9}
25	0.28×10^{-9}



표 11.2-7


어류와 어패류의 식용 부분에서 유출 원소에 대한 농축계수

<u>원소(Element)</u>	<u>어류(Fish)</u>	<u>어패류(Shellfish)</u>
H	0.93	0.93
Cr	200	2,000
Mn	25	40,000
Co	500	1,500
Fe	300	3,200
Sr	40	700
Y	100	1,000
Zr	100	1,000
Mo	100	100
I	1	25
Cs	1,000	1,000
Ba	10	200
La	100	1,000
Ce	100	1,000

()

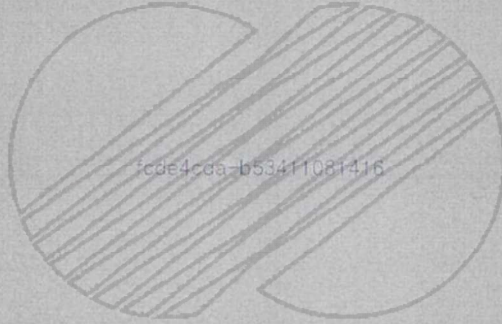


fcde4cda-b53411081416

 KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER COMPANY KRN 1 FSAR	LIQUID WASTE DISPOSAL SYSTEM FIGURE 11.2-1 SHEET 1 OF 2
--	---

()

LIQUID WASTE DISPOSAL SYSTEM
FIGURE 11.2-1
(SHEET 2 OF 2)



11.3 기체방사성폐기물관리계통

11.3.1 설계 목적

기체방사성폐기물관리계통은 폐수저장탱크의 배기체를 처리하기 위해 설계된다. 이 계통은 방사성기체의 예정된 방출에 필요한 장기 저장용량을 가지고 있다.

연료영구인출상태에서 기체방사성폐기물관리계통의 누출로 인한 연간 방출량은 충분히 낮으며 발전소의 기타 방출이 더해진 총방출량은 3.1항에 기술된 일반설계기준 이내이다. 기체방사성폐기물관리계통에서 연간 예상기체방출량과 개인 및 주민의 예상피폭선량은 무시할 정도로 낮다.

11.3.2 계통 설명

기체방사성폐기물관리계통은 핵분열생성물 기체를 수집하는 4개의 기체감쇄탱크와 2개의 폐기체압축기로 구성된 폐회로이다. 연료영구인출상태에서 기체방사성폐기물관리계통의 주된 유입원은 폐수저장탱크의 배기가스이다. 배기모관에 연결되는 기기들은 수소와 산소의 가연혼합의 조성을 방지하기 위하여 공기나 기포액체를 포함하지 않도록 제한된다. 계통의 외부누설은 방사성물질을 취급하는 모든 부분에 자체압력조절기와 다아어프람밸브를 사용함으로써 최소화된다.

계통의 정압유지를 위하여 2개의 폐기체압축기 중 하나는 고흡입압력신호에 따라 자동으로 기동된다. 두 번째 압축기는 자동대기상태가 되며 침두부하상태 혹은 첫 번째 압축기가 사용불능인 경우에 작동을 위해 예비상태로 연동된다. 폐기체압축기는 4개의 기체감쇄탱크 중 한 탱크에 분기관을 통해 폐기체를 배출한다.

기체감쇄탱크 입구모관의 제어방식은 수동방식을 가진 스테퍼스위치로 구성되어 있다. 한 탱크가 사용 중에 있을 때 다음의 빈 탱크가 예비용으로 스테퍼스위치에 의해 자동으로 선택된다. 사용 중인 탱크가 110 psig로 가압되면 압력구동제어가 자동으로 폐기체감쇄탱크의 입구밸브와 기체분석기 차단밸브를 닫으며 예비탱크의 입구밸브와 기체분석기 차단밸브를 연다. 스테퍼스위치는 그 다음에 예비로서 다음의 빈 탱크를 자동으로 선택한다.

기체감쇄탱크의 기체는 방출이 가능하도록 충분히 감쇄되면 대기로 방출될 수 있다.

감쇄기체의 수소와 산소 함유량을 감시하기 위하여 기체시료가 기체감쇄탱크로부터 자동으로 채취되어 분석된다. 시료의 체적산소농도가 2% 이상일 경우 운전원에게 주의를 주기 위해 경보가 발생한다. 경보가 발생하면 운전원은 산소 발생원을 찾아 제거하면서 사용할 다른 탱크를 선택한다.

환경으로 탱크 내용물을 방출하기에 앞서 방사능량을 결정하고 기록하기 위해 시료가 채취되고 분석된다. 시료는 기체감쇄탱크 배출배관의 차단밸브를 열어 기체분석기로 기체유로를 형성함으로써 수동으로 채취되며 시료채취계통 기체시료채취용기 중의 하나에 채취될 수 있다. 시료 분석결과가 충분한 감쇄가 되었다고 나타나면 탱크 내용물이 방출된다. 방출되는 동안 보조건물 배기감시기로부터 고방사능신호가 발생하면 배출배관에 있는 트립밸브가 자동으로 닫힌다.

11.3.2.1 방사선원향

방사선원향은 11.1항에 기술되어 있다.


11.3.2.2 공정흐름도

기체방사성폐기물관리계통의 공정흐름도는 그림 11.3-1에 나타나 있다.

11.3.3 계통 설계

탱크의 규격과 공정기기의 처리율은 표 11.3-2에 나타나 있다. 또한 설계압력 및 온도도 이 표에 나타나 있다. 이 계통의 기기, 배관, 건물에 대한 내진등급과 주요 건설코드는 3.2항에 기술되어 있다. 부적절한 운전 또는 기기 고장에 의한 가압을 예방하기 위하여 방출밸브가 탱크에 설치되어 있다.

11.3.3.1 기체감쇄탱크

4개의 기체감쇄탱크는 용접된 탄소강 용기로서 가압된 폐기체를 저장하기 위해 설계된다. 탱크는 보조건물 에 2개의 차폐격실 내에 설치되며 2개의 기체밸브 갤러리에 위치하는 기체탱크밸브와 격리된다.

배관과 밸브의 연결은 탱크에서 폐기물수집탱크의 배수모관으로의 배수, 수소 및 질소공급계통에서 탱크로의 질소 충전, 불활성기체의 방지 및 배기를 위해 설치된다.

방출밸브는 기체감쇄탱크의 과도압력보호를 위해 설치된다. 이 방출밸브는 발전소 배기구 배관과 연결된 모관에 배기한다.

11.3.3.2 폐기체압축기장치

2개의 폐기체압축기장치는 방사성기체를 포함하는 기기로부터 연속적인 기체제거를 위해 설치된다. 이 장치는 단단 수냉각 다이어프램 압축기로서 주구성품은 압축기, 후단냉각기, 수분리기, 상호 연결된 배관과 밸브들로 구성된다. 기기냉각수가 냉각매체로서 후단

냉각기를 통해 순환한다.

압축기 운전은 기체분기관압력(흡입모관압력)에 의해 자동으로 제어된다.

11.3.3.3 계측설비 및 운용

기체방사성폐기물관리계통의 모든 원격계측제어장치는 기체폐기물제어반에 탑재된다. 이 제어반에 수신된 모든 경보는 제어실의 경보도 작동시킨다.

1. 발전소 배기구 방사선감시기

발전소 배기구 방사선감시기는 환경으로 방출되는 기체유출물의 방사능을 지시하고 기록한다. 이 감시기에 의한 고방사능신호는 배기제어밸브를 자동으로 닫아서 기체방출을 종료하고 경보를 발생시킨다. 방사능준위는 제어반에 지시되고 기록되며 고방사능준위는 주제어실의 방사선감시기 보드에 알려 준다.

2. 기체감쇄탱크 스테퍼스위치

기체감쇄탱크 스테퍼스위치는 예비가동을 위하여 탱크를 자동으로 선택한다. 수동방식은 제어반에 위치한 수동방식 누름단추를 조작하여 수행된다.

3. 충전 및 시료채취 제어

사용 중인 기체감쇄탱크가 110 psig로 가압되면 경보음이 발생하고 기체감쇄탱크 유입밸브와 시료채취밸브가 닫힌다. 예비탱크의 유입밸브와 시료채취밸브가 자동으로 열린다.

4. 압력신호전송기

폐기체압축기 흡입배관에 설치된 압력신호전송기는 제어반에 압력지시, 압축기의 제어 및 경보 연동을 제공한다. 흡입배관압력이 0.8 psig를 초과하면 대기 중인 압축기가 자동으로 기동하며 제어반에 경보를 준다. 배관의 압력이 약 0.2 psig로 감소하면 압력신호전송기의 신호는 운전 중인 압축기를 정지시킨다.

5. 배기제어밸브

배기제어밸브는 제어반에 위치한 선택스위치와 수동제어기를 사용하여 수동으로 조정된다. 선택스위치는 발전소 배기 방사선감시기와 연동된다.

11.3.3.4 현장 설치(설계) 배관

방사성기체를 이송하는 기체방사성폐기물관리계통의 배관과 튜브는 배관도면에 표시된다. 그러므로 현장 설치(설계) 배관과 튜브는 없다.

11.3.4 운전 절차

11.3.4.1 개요

운전에 앞서 기체방사성폐기물관리계통은 공기로 세정되고 질소로 충전된다. 탱크배기의 조절밸브는 압력이 0.4 psig 이하가 되면 배기모관으로 기체를 방출한다. 가능하다면 마지막으로 충전된 감쇄탱크가 이 목적으로 이용되는 첫 번째 탱크가 되어야 한다. 이것은 앞서 충전된 탱크에 저장되고 환경으로 방출되는 기체에 대하여 최대 방사능 감쇄기간을 보장한다.

압력이 설정압력 이상으로 증가하면 폐기체압축기는 기체감쇄탱크로 기체를 펌핑하기 위해 가동된다. 선택된 감쇄탱크의 압력이 110 psig에 도달하면 경보음이 발생하고 스테퍼 스위치가 선택된 빈 예비탱크로 충전운전을 자동으로 전환한다. 배기모관압력이 0.8psig를 초과하면 두 번째 압축기가 자동으로 기동한다.

각 기체감쇄탱크는 한 개의 탱크 또는 연결배관의 파열과 같은 어떤 단일사고의 결과로서 누출될 수 있는 방사성기체의 양을 줄이기 위해 격리될 수 있으며 언제나 사용될 수 있는 탱크의 수는 제한된다. 이 탱크들을 교대로 사용하여 축적되는 방사능을 분산시킨다.

11.3.4.2 방출

기체감쇄탱크의 내용물이 감쇄가 충분히(약 45일 이상) 이뤄지면 발전소 배기구통을 통해 환경으로 폐기체 방출을 위한 운전이 개시될 수 있다.

탱크 기체는 시료채취계통 유로의 급단속커플링에서 기체분석기 시료압력용기를 이용하여 수동으로 시료가 채취된다.

이 시료의 핵분열생성물 방사능농도를 분석하고, 방사능농도 분석결과가 방출 허가가 가능하도록 충분히 낮게 나타나면 운전원은 탱크 내용물 방출을 위한 준비로 밸브를 정렬한다. 탱크에서 환경으로 기체를 방출하기 위하여 다른 지역에 있는 적어도 2개의 밸브가 열려야 한다. 감압밸브는 5 psig로 설정되어 있다.

제어실에 기체방출계획이 통지되어야 한다. 배기조절밸브는 방사선감시기가 총허용방출농도의 미리 결정된 퍼센트등가치를 지시할 때까지 열림이 조절된다. 방출농도가 10 CFR 20

제한치를 초과하면 배기조절밸브가 자동으로 닫힌다. 기체감쇄탱크 압력이 8.0 psig로 감소되면 밸브들은 수동으로 닫히고 탱크는 격리된다.

11.3.5 성능시험

초기성능시험은 기기, 계측제어장비의 운전성을 확인하기 위해 수행된다. 연료영구인출상태에서 이 계통은 사용되고 계속 감시된다.

11.3.6 예상방출량

연료 영구인출상태에서 기체폐기물 방출원은 격납건물 방출과 보조건물 방출이다. 정상 운전 중 격납건물의 연간예상방출량은 표 11.3-4, 보조건물의 연간예상방출량은 표 11.3-5와 같이 평가된다. 그러나 연료 영구인출상태에서는 방사성핵종의 신규 생성이 없고 잔류하는 핵종들도 자연붕괴 및 정화되기 때문에 연료 영구인출상태에서의 예상방출량은 상기 정상 운전 중 예상방출량보다 극히 작은 양으로 평가된다.

11.3.6.1 삭제

11.3.6.2 삭제

11.3.6.3 삭제

11.3.6.4 삭제

11.3.6.5 삭제



11.3.7 방출지점

환경으로의 정상방출은 격납건물 퍼지와 보조건물 배기를 거쳐서 이뤄진다. 격납건물 퍼지 폐기체는 격납건물 배기구를 통해 환경으로 방출된다. 굴뚝형 배기구는 직사각형(횡단면 : 3피트 × 5피트)이며 높이가 지상에서 [REDACTED]이다. 배기구의 유출물 방출률은 50,000 cfm이다. 입열이 필요 없다. 보조건물과 기체방사성폐기물관리계통의 폐기체는 발전소 배기구를 통해 방출된다. 굴뚝형 배기구는 직사각형(횡단면 : 3피트 × 7피트)이며 높이가 지상에서 [REDACTED]이다. 배기구의 유출물 방출률은 약 79,600 cfm이다. 입열이 필요 없다. 정상 방출지점이 그림 2.1-1에 나타나 있다.

11.3.8 희석인자

공기중 방사능농도의 대기확산은 소내 기상자료에 근거하여 예측된다. 기상학적 대기확산 인자는 2.3항에 기술되어 있다.

11.3.9 예상 피폭선량

정상 운전 중 고리1호기 방출기체로 인하여 최대로 예상되는 전신외부피폭선량은 0.0304 mSv/year, 호흡에 의한 갑상선 피폭선량은 0.2844 mSv/year, 음식물 섭취에 의한 갑상선 피폭선량은 0.1627 mSv/year으로 평가된다. 연료 영구인출상태에서의 예상방출량이 정상 운전 중 예상방출량보다 극히 작기 때문에 연료 영구인출상태에서의 예상피폭선량은 상기 정상 운전 중 예상피폭선량보다 극히 작은 양으로 평가된다.



()

KRN 1 FSAR

표 11.3-1 삭제



표 11.3-2

기기 제원

탱크	수량	규격 (cu. ft.)	설계압력 (psig)	설계온도 (°F)	재질 ⁽¹⁾
기체감쇄탱크	4	550 (each)	110	150	탄소강
기타	수량	유량률 (SCFM)	설계압력 (psig)	설계온도 (°F)	재질
폐기체압축기	2	550 (each)	110(배출)	250	탄소강

(1) 유체 점촉 재질

()

KRN 1 FSAR

표 11.3-3 삭제



표 11.3-4

격납건물의 연간예상방출량

<u>Isotope</u>	<u>Annual Discharge (Curies)</u>
I-131	8.84×10^{-2}
I-132	1.66×10^{-3}
I-133	2.41×10^{-2}
I-134	4.52×10^{-4}
I-135	7.35×10^{-3}
Kr-85	2.32×10^2
Kr-85m	1.24×10^{-1}
Kr-87	1.99×10^{-2}
Kr-88	1.35×10^{-1}
Xe-131m	3.50×10^0
Xe-133	4.03×10^2
Xe-133m	2.69×10^0
Xe-135	9.38×10^{-1}
Xe-135m	2.50×10^{-3}
Xe-138	2.48×10^{-3}
Mn-54	1.80×10^{-8}
Co-58	8.51×10^{-8}
Co-60	8.81×10^{-6}
Fe-59	9.11×10^{-6}
Sr-89	4.41×10^{-5}
Sr-90	1.80×10^{-8}
Cs-134	8.51×10^{-6}
Cs-137	1.90×10^{-5}
Ar-41	3.41×10^1
C-14	1.60×10^0

* Based on operation with cladding defects in fuel rods generating 1 percent of the total core thermal power.

표 11.3-5

보조건물의 연간예상방출량

<u>Isotope</u>	<u>Annual Discharge (Curies)</u>
I-131	2.54×10^{-2}
I-132	9.20×10^{-3}
I-133	4.02×10^{-2}
I-134	9.10×10^{-3}
I-135	2.22×10^{-2}
Kr-85	1.98×10^0
Kr-85m	4.24×10^1
Kr-87	2.84×10^1
Kr-88	7.62×10^1
Xe-131m	1.02×10^1
Xe-133	2.69×10^3
Xe-133m	4.41×10^1
Xe-135	1.27×10^2
Xe-135m	1.54×10^1
Xe-138	1.38×10^1
Mn-54	7.81×10^{-6}
Co-58	1.90×10^{-4}
Co-60	5.11×10^{-5}
Fe-59	5.00×10^{-6}
Sr-89	7.51×10^{-5}
Sr-90	2.89×10^{-5}
Cs-134	8.41×10^{-5}
Cs-137	7.19×10^{-5}
C-14	4.30×10^0

* Based on operation with cladding defects in fuel rods generating 1 percent of the total core thermal power.


()

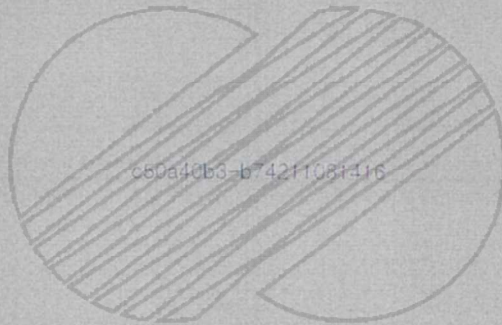
KRN 1 FSAR

표 11.3-6 ~ 11.3-7 삭제



()

 KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER COMPANY KRN 1 FSAR	GASEOUS WASTE DISPOSAL SYSTEM FIGURE 11.3-1
--	--



11.4 공정 및 유출물 방사선감시계통

11.4.1 설계목적

방사선감시계통은 3.1항에 기술된 일반설계기준을 만족하도록 설계된다.

격납건물 대기, 보조건물 배기, 기기냉각수계통, 보조증기응축수회수탱크 출구, 액체폐기물 배출은 모두 연료 영구인출 상태에서 방사능 감시가 이루어져야 한다. 각 검출기에서 나오는 출력은 현장에서 마이크로 프로세서로 처리되고 주제어실과 보건물리실의 방사선 감시 컴퓨터로 전송된다.

방사선감시계통은 주제어실과 보건물리실에 설치된 이중의 중앙컴퓨터와 연결된 현장의 마이크로 프로세서들로 구성되는 디지털데이터계통이다. 주제어실과 보건물리실에는 제어 키보드, 모니터가 설치된다. 주제어실 서버실에 설치된 방사선감시계통 컴퓨터는 데이터 저장능력을 보유한다.

모든 방사선감시기의 고방사선 지시치와 경보는 주제어실과 보건물리실에 표시된다. 각 채널별 경보는 개별적으로 적색 섬광신호로 모니터에 표시된다.

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

공기중 방사능농도 감시기는 불활성기체, 입자 및 옥소의 농도를 분석하기 위해 대표시료를 채취한다. 입자시료 채취 시에는 ANSI N13.1에 따라 가능한 등속(isokinetic) 시료채취를 수행하게 된다.

격납건물, 핵연료저장조 및 폐기물취급장비에서 비정상적으로 누출되는 방사성 기체는 보조건물 배기를 통해 외부로 배출되며 방사선감시기로 감시된다. 비정상적으로 누출되는 방사성 액체는 보조건물 내 SUMP에 수집된다. 액체폐기물 처리계통에서 복수기 재순환수로 배출되는 액체유출물은 방사선감시기로 감시된다. 사고조건에서의 격납건물 내부 누설에 대비하여 격납건물 재순환계통이 피폭선량 최소화를 위해 희석, 지연, 여과 등의 기능을 수행한다.

연료와 폐기물의 저장 및 취급지역에서의 과도한 방사선 준위와 부적절한 냉각을 감지할 수 있는 감시 및 경보장치가 설치된다. 방사선감시기들은 방사성 액체 및 기체 배출을 연속적으로 감시한다. 방사능 제어방출의 영구기록은 일정량의 폐기물에 대한 방사화학분석을 통해 이뤄진다.

환기계통은 보조건물 내 폐기물 취급지역과 연료저장지역 대기의 기체 방사능을 제거하며 기체유출물은 보조건물 배기를 통해 외부로 배출되고 방사선감시기로 감시된다.

발전소 방사선감시계통은 휴대용 측정장비와 실험실 시료분석을 보조받아서 방사성물질 배출에 대한 적절한 감시를 수행한다.

11.4.2 연속감시

각각의 방사선감시채널은 개별 준위메타, 조절 가능한 고준위 트립경보, 고준위 트립 접근경보 및 고장경보를 하나씩 가지고 있다. 운전원에게 방사선감시기 트립 또는 고장을 알리기 위하여 경보들이 주제어실의 공동경보창에 표시된다. 주제어실 및 보건물리실의 방사선감시계통 CRT 정보를 통해 문제 지역이 밝혀지거나 트립 조치가 결정된다.

11.4.2.1 보조건물 배기감시계통

11.4.2.1.1 설계목적

보조건물 배기감시계통은 기체유출물의 방사능농도를 감시 및 기록하기 위하여 설계된다. 이 계통은 기체폐기물계통이 올바르게 작동하고 있는 지를 운전원에게 알려주고 기체유출물의 환경배출이 방사능농도 제한치 이내이며 관련 법령을 준수하고 있음을 입증하기 위해 방사능농도를 지시하여야 한다. 이 계통은 아래 요건을 갖추어야 한다.

1. 배기구 기체유출물의 방사능농도를 연속적으로 표시
2. 방사능농도가 설정치를 접근 또는 초과하는 경우에 운전원이 적절한 조치를 취할 수 있도록 경계할 수 있는 경보
3. 환경으로 배출된 총방사능량을 계산할 수 있도록 배기계통으로 나가는 기체유출물의 방사능농도를 기록
4. 배기공급팬 정지, 격납건물 압력방출밸브 및 격납건물 격리밸브를 차단하는 신호

11.4.2.1.2 계통설명

보조건물 배기감시계통의 세부사항은 표 11.4-1에 나타나 있다. 이 계통은 주제어실에 한 개의 모니터와 세 개의 채널, 한 개의 원격제어/표시모듈로 구성되어 있다. 감시기는 한 개의 입자검출기 집합체, 옥소 및 불활성가스검출기 집합체, 마이크로프로세서, 2개의 모터펌프 집합체 및 디지털 표시기로 구성된다.

검출기들은 기체유출물 시료의 입자, 옥소 및 불활성기체 방사능농도를 측정한다. 마이크로프로세서는 검출기 출력신호를 처리하고 감시기 정보를 저장하며 다양한 감시 및 제어 기능들을 수행한다. 감시기 수집정보들은 마이크로프로세서의 계기반 화면과 주제어실 내

원격조정/표시모듈을 통해 활용할 수 있다. 또한 현장지시계 및 트립경보표시기는 처리계통 기체계기반에 설치된다.

감시기는 한 대의 펌프가 정비 또는 교체 중일 때에도 연속적으로 시료를 채취할 수 있도록 여분의 모터펌프를 가지고 있다.

마이크로프로세서는 센서(압력, 유량 등), 감시기 검출기, 계통 운전원으로부터 오는 외부입력에 반응하여 감시기 기능을 통제한다. 마이크로프로세서는 운전상태램프, 경적기 및 계기반 후면에 설치된 표시모듈을 가지고 있다.

11.4.2.2 격납건물 공기감시계통

11.4.2.2.1 설계목적

격납건물 공기감시계통은 연료 영구인출 상태 기간 중 격납건물 내부의 입자, 불활성기체 및 옥소의 방사능농도를 감시 및 기록하기 위하여 설계된다. 이 계통은 기체유출물의 환경배출이 방사능농도제한치 이내이며 관련 법령을 준수하고 있음을 입증하기 위해 격납건물 퍼지방출에 앞서 격납건물 내부의 입자, 옥소 및 불활성기체 방사능농도를 지시하여야 한다. 이 계통은 아래 요건을 갖추어야 한다.

1. 격납건물 내부의 방사능농도를 연속적으로 표시
2. 설정치를 접근 또는 초과하는 방사능농도를 알려주는 경보
3. 격납건물 내부의 방사능농도 기록
4. 격납건물 퍼지격리밸브, 격납건물 압력방출밸브 및 격납건물 격리밸브를 차단하는 신호

11.4.2.2.2 계통설명

격납건물 공기감시계통의 세부사항은 표 11.4-1에 나타나 있다. 격납건물 공기감시계통은 이동필터식 입자측정채널, 옥소측정채널과 불활성기체 측정채널로 구성된 고정형 공기방사선감시기이다. 이 감시기는 보조건물 배기감시계통에 설치된 감시기와 동일한 것이다.

이 감시기는 격납건물 대기에서 공기시료를 연속적으로 채취한다. 시료는 폐쇄계통을 통해 격납건물 밖으로 채취되며 입자검출기 집합체, 옥소검출기와 불활성기체검출기 집합체로 감지된다. 공기시료는 입자, 옥소 및 불활성기체 방사능농도가 측정된 후 격납건물로 되돌아간다.

원격제어/표시모듈이 주제어실에 설치된다. 이 모듈은 3개의 상태표시등, 디지털 계수계, 8개의 제어누름단추를 구비하고 있다.

11.4.2.3 삭제

11.4.2.3.1 삭제

11.4.2.3.2 삭제

11.4.2.4 사용후연료저장조 활성탄배기감시계통

11.4.2.4.1 설계목적

사용후연료저장조 활성탄배기감시계통은 사용후연료저장조 지역에서 배출되는 공기 중 입자, 옥소 및 불활성가스 방사능농도를 감시하고 기록하기 위하여 설계된다. 이 계통에서 고방사능을 지시하면 운전원은 사용후연료저장조 활성탄배기계통을 가동한다. 이 계통은 아래 요건을 갖추어야 한다.

1. 사용후연료저장조지역 배기관 내의 방사능농도를 연속적으로 표시
2. 설정치를 근접 또는 초과하는 방사능농도를 알려주는 경보.
3. 사용후연료저장조 배기관 내부의 방사능농도 기록

11.4.2.4.2 계통설명

사용후연료저장조 활성탄배기감시계통의 세부사항은 표 11.4-1에 나타나 있다. 이 계통은 이동필터식 입자측정채널, 고정필터식 옥소측정채널 및 불활성기체 측정채널로 구성되어 있다.

입자측정채널은 베타 신틸레이션 검출기와 이동필터를 포함하는 차폐된 샘플러, 로그 계수율 표시계 및 방사선감시계통 컴퓨터 입력장치로 구성된다. 옥소측정채널은 신틸레이션 검출기와 고정필터를 포함하는 차폐된 샘플러, 로그 계수율 표시계 및 방사선감시계통 컴퓨터 입력장치로 구성된다. 불활성기체 측정채널은 베타 신틸레이션 검출기를 포함하는 차폐된 샘플러, 로그 계수율 표시계 및 방사선감시계통 컴퓨터 입력장치로 구성된다.

배기공기의 시료는 등속(isokinetic) 시료채취 노즐을 통해 배기덕트에서 채취되어 차폐된 시료채취기를 통해 이동필터를 지나면서 0.3마이크론보다 큰 입자가 포집되어 신틸레이션 검출기로 입자 방사능이 측정되고 고정옥소필터를 지나면서 포집된 옥소가 감마 신틸레이션 검출기로 옥소 방사능이 측정된 후 다른 4파이 차폐 시료채취기를 지나면서 신틸레이션 검출기로 불활성기체 방사능이 측정된다.

입자 및 옥소 채널과 불활성기체 채널의 로그계수를 표시계가 현장에 설치되어 있고 측정 범위는 $1.0E-07 \sim 1.0E-01 \text{ } \mu\text{Ci/cc}$ 이다. 주제어실과 보건물리실의 컴퓨터는 방사능농도를 표시한다.

11.4.2.5 액체공정 방사선감시기

11.4.2.5.1 설계기준

1. 환경에 직접 배출하지 않는 공정배관에 설치된 액체공정 방사선감시기는 정상 시 오염 안 된 계통에서 방사성물질을 검출함으로써 공정계통의 고장을 찾기 위해 설계된다.
2. 정상 시 환경으로 배출하는 공정배관에 설치된 액체공정 방사선감시기는 액체유출물의 방사능이 설정치를 근접 또는 초과할 때 방사능농도를 표시하고 경보를 제공하기 위해 설계된다.

액체폐기물의 실질적 통제는 시료 채취, 분석 및 통제된 유량을 통해 배출량과 배출형태를 보증하고 방사능이 관련 법령의 제한치 이내임을 입증하는 것이다. 액체공정 방사선감시기는 아래 계통에 설치된다.

- a. 기기냉각수(loop A와 B)
- b. 삭제
- c. 삭제
- d. 액체폐기물 처리
- e. 보조증기응축수

11.4.2.5.2 계통설명

액체공정 방사선감시계통의 세부사항은 표 11.4-1에 나타나 있다. 액체공정 방사선감시기들은 액체의 총방사능을 연속적으로 측정한다. 액체의 대표시료는 방사능 검출기를 포함하는 차폐된 샘플러를 통해 채취된다.

검출기는 스테인레스강 시료채취기 공동을 가진 4파이형 차폐집합체에 장착된 광전자증배관 신틸레이터를 사용한다. 계수율계의 측정범위는 $10 \sim 10^7 \text{ cpm}$ 이다. 각각의 감시기는 고준위 경보, 고준위 접근경보 및 고장경보를 제공한다. 지시계, 경보기, RMS 컴퓨터 시스템 제어콘솔이 주제어실 및 보건물리실에 설치되어 있다.

기기냉각수계통감시기는 기기냉각수계통 내 방사성농도 측정을 위해 설치된다. 기준치를 초과하는 방사능 검출은 원자로냉각재에서 기기냉각수계통으로의 누설 가능성을 나타낸다.

액체폐기물 배출감시기는 액체폐기물계통에서 배출되는 유출물의 방사능농도를 측정한다. 방사선감시기가 기준치를 초과하는 방사능을 감지하면 배출밸브를 닫고 배출펌프를 정지한다. 연동 우회로가 정비를 위해 설치되며 관리통제된다.

15 보조증기응축수회수탱크 출구감시기는 응축수완충탱크 출구의 시료를 채취한다. 이 탱크는 폐기물증발기에서 생성되는 가열증기 응축수를 회수한다. 시료의 방사능 검출은 폐기물증발기에서의 누출을 나타낸다. 고방사선 경보신호는 보조증기 응축수펌프를 정지한다.

11.4.2.6 삭제

11.4.2.6.1 삭제

11.4.2.6.2 삭제

11.4.2.7 고리본부 종합정비공작건물

11.4.2.7.1 고리본부 종합정비공작건물 및 출입통제구역 배기 유출물감시기

유출물감시기는 공기정화계통을 통해 공기유출물의 방사능농도를 감시 및 기록하기 위하여 설계된다. 이 계통은 아래 요건을 갖추어야 한다.

1. 방사능농도를 연속적으로 표시
2. 방사능농도 준위를 알리는 경보
3. 방사능농도 기록

11.4.3 시료채취

시료채취대, 시료압력용기, 시료냉각기 등을 사용하는 시료채취계통은 발전소 방사선감시기의 필수적인 부분이다. 시료채취계통은 비방사능농도뿐만 아니라 총방사능농도 감시에 필요한 방법을 제공한다. 시료채취 위치와 목적이 표 11.4-2와 11.4-3에 나타나 있다.

실험실의 시료분석은 총방사능과 핵종별 비방사능농도를 측정할 수 있어야 한다. 입자필터와 옥소필터의 실험실 분석은 시료의 총방사능과 핵종이 분석된다.

시료채취 주기는 운영기술지침서 3편 4.13항의 방사성 배출물 관리계획서의 주기 감시요구사항을 따른다. 액체시료를 채취하기 전에 대표시료 채취를 보장할 수 있도록 시료배관을 충분한 시간동안 세척하여야 한다. 분당 약 500mL의 시료채취 유량률은 100°F 이하의 냉각상태에서 시료채취관 사이즈에 따라 피트당 5~25초 동안 유지되어야 한다. 시료용기는 시료채취 전에 세척되어야 한다. 운전절차서에 따라 시료를 채취하며 각 시료에는 아래와 같은 정보를 기록하여야 한다.

1. 시료채취 장소

개정번호 15

2019. 5. 30

2. 시료채취 일시

3. 수행된 시료분석

기체시료는 끝단에 밸브가 달린 시료채취용기에 채집된다. 절차서에 따라 기체시료를 채취한다.

공정시료의 실험실 분석결과는 기기의 운전성능을 감시하고 운전 관련 의사결정에 부가적 정보로 활용된다.

11.4.4 가동 중 검사, 교정 및 유지보수

공정 및 유출물 방사선감시계통은 특별한 예방보수프로그램이 필요하지 않다. 운전절차서에 따라 방사성선원을 사용하는 가동 중 채널기능 주기점검은 기기의 성능저하를 감지한다. 전류 또는 펄스 선원은 전자모듈을 점검이 요구된다. 모든 공정감시채널은 교정 또는 펄스파고분석을 위하여 다중채널분석기 또는 지시계에 연결될 수 있어야 한다.

통상적인 정비와 조절은 자격요건을 갖춘 발전소 직원이 수행하여야 한다.

감시기 교정은 표준교정선원을 사용하여 초기점검과 계획된 정기점검으로 수행된다.

표 11.4-1
공정 및 유출물 방사선감시계통 제한

감시기	검출기	감도 ($\mu\text{Ci/cc}$)	기능	측정방사능	고경보설정치 접근
보조건물 배기감시기 RM-A1	Beta SCIN(G) Beta SCIN(P) Gamma SCIN(I)	3. E-07 to 3. E-01 ⁽⁶⁾ 4. E-12 to 4. E-06 ⁽¹⁾	배기 감시	Beta Beta Beta	<고경보설정치 <고경보설정치 <고경보설정치
격납건물 대기감시기 RM-A2	Beta SCIN(G) Beta SCIN(P) Gamma SCIN(I)	3. E-07 to 3. E-01 ⁽⁶⁾ 4. E-12 to 4. E-06 ⁽⁴⁾ 2. E-12 to 2. E-06 ⁽⁷⁾	격납건물 방사능/ 배기 감시	Beta Beta Gamma	<고경보설정치 <고경보설정치 <고경보설정치
사용후연료저장조 활성탄배기감시기 RM-A4	Beta SCIN(P) Gamma SCIN(I) Beta SCIN(G)	1. E-11 to 4. E-05 ⁽⁴⁾ 1. E-12 to 2. E-06 ⁽⁸⁾ 1. E-07 to 1. E-01 ⁽⁶⁾	공기 오염 & 누설 감지	Beta Gamma Beta	<고경보설정치 <고경보설정치 <고경보설정치
기기냉각수(루프 A) RM-L1A	Gamma SCIN(G)	1. E-07 to 1. E-01 ⁽¹⁾	공정 누설 감지	Gross Gamma	<고경보설정치

표 11.4-1 (계속)

감시기	검출기	감도 ($\mu\text{Ci/cc}$)	기능	측정방사능	고경보설정치 접근
기기냉각수(루프 B) RM-L1B	Gamma SCIN(G)	1.E-07 to 1.E-01 ⁽¹⁾	공정 누설 감지	Gross Gamma	<고경보설정치
보조증기 응축회수탱크 출 구감시기 RM-L5	Gamma SCIN(G)	1.E-07 to 1.E-01 ⁽¹⁾	공정 누설 감지	Gross Gamma	<고경보설정치
액체폐기물계통 감시기 RM-L4	Gamma SCIN(G)	1.E-07 to 1.E-01 ⁽¹⁾	액체폐기물 배출감시	Gross Gamma	<고경보설정치
고리중합첨비공작건물 배기감시기 RE/RT-032	Beta Scin(P)	1.E-07 to 1.E-01		Beta	<고경보설정치

- (1) Cs-60 기준
(2) 브리하 저도
(3) 8시가 시료채취 기준
(4) Cs-137 기준
(5) 반저소 우적상태 및 시료분석에 따라 설정치 재조정 가능
(6) Cs-137 기준
(7) 호하해조 기준
(8) I-131 기준

표 11.4-2
방사성기체 시료채취기

위치	방사능 분석	목적
원자로 보충수 저장탱크	Tritium	소내 삼중수소 축적 평가
재장전수탱크	Gross β - γ	일반 감시
붕산수 증발기 응축기	Gross β - γ	고화재생여부 결정
사용후연료저장조 열교환기	Gross β - γ	기기냉각수계통 내부누설 감시
사용후연료저장피트 냉각수	Gross β - γ	정화요건 결정, 사용후연료 누설평가
세탁 및 온수샤워탱크 출구	Gross β - γ	재사용 또는 배출여부 결정
응축수저장탱크	Gross β - γ and Isotopic	붕산수탱크 또는 수집탱크 또는 고체 폐기물관리계통으로의 처리결정
감시탱크 출구	Gross β - γ and Isotopic	재생 또는 배출여부 결정
응축수탱크 출구	Gross β - γ and Isotopic	처리응축수의 배치 결정

표 11.4-2(계속)

()

KRN 1 FSAR

위치	방사능 분석	목적
바닥배수탱크	Gross β - γ	처리 또는 배출여부 결정
폐기물수집탱크	Gross β - γ	처리 또는 배출여부 결정



표 11.4-3
방사성기체 시료채취기

위치	방사능 분석	목적
기체감쇄탱크	Noble gas isotopic	유출물 감시
발전소 배기구 배기	Gross β - γ and noble gas isotopic	유출물 감시



11.5 고체방사성폐기물관리계통

고체방사성폐기물처리계통은 원자력발전소의 운전 및 정비 중 발생한 방사성폐기물을 소외 처분하기 이전에 포장 및 저장하는 계통이다. 고체방사성폐기물은 탈염기 사용후수지, 증발기 농축물, 필터여과기 및 기타 오염된 폐기물을 포함한다.

11.5.1 설계 목적

고체방사성폐기물처리계통의 설계목적은 다음과 같다.

1. 연료 영구인출 상태 중 발생하는 고체방사성폐기물을 포장하는 수단 제공
2. 포장된 폐기물을 처분시설 이동 전 저장 장소에서 적절한 차폐장치 제공
3. 방사성폐기물의 발전소 소외 이송을 위한 방사선 준위 측정 및 기록
4. 종이, 걸레, 의류 및 플라스틱 같은 다양한 잡고체 폐기물을 분류, 압축 및 포장하는 수단 제공
5. 필요시 폐기물 드럼 표면 제염

연료 영구인출상태(Defueled Condition)에서 주요 방사선원항은 계통내 존재하는 부식생성물 핵분열생성물, 핵연료 보관과 관련된 선원항 등으로 평가된다. 고체폐기물처리계통은 노심연료 1% 결합시 생성된 핵분열생성물을 처리하는 공정에서 발생하는 고체폐기물을 처리/저장할 수 있도록 설계되었으므로, 핵연료 인출상태에서 발생하는 방사성폐기물은 충분히 처리/저장할 수 있는 것으로 평가된다.

11.5.2 계통 입력

고체방사성폐기물처분계통의 공정 흐름도는 그림 11.5.1~11.5.2에 기술되어 있으며, 처리대상 고체폐기물들은 다음을 포함한다.

1. 사용후 수지
2. 폐기물 증발 농축물
3. 사용 후 필터여과기
4. 실험실 유리기구, 필터 종이, 마분지, 목재, 플라스틱과 같은 다양한 잡고체 방사성폐기물
5. 슬러지 및 폐오일 농축액

고체방사성폐기물은 관련 규제요건에 따라 수집 및 처리된다. 사용후 수지는 발전소 탈염기들로부터 수집되고, 단기 반감기를 가진 핵분열생성물의 붕괴를 허용하기 위해 사용 후 수지 저장탱크에 저장되며, 부피감소 및 포장을 위해 이동식 사용후 수지 건조계통으로 이송된다.

폐기물 증발기에서 발생한 농축액은 드럼포장실(Drumming room)로 이동된다. 농축액은 드

럼포장을 위해 건조된다.

사용후 필터여과기는 보조건물 임시저장구역으로 이동되어, 5~10년 간 차폐 캐스크에 넣어 저장된다. 최종적으로 사용후 필터여과기는 방사성폐기물 처분인수기준에 따라 포장된다. 기타 방사성폐기물(DAW)은 드럼에 압축포장되고, 소외 처분을 위해 덧 포장 드럼에 초고압 압축포장될 수 있다.

고체방사성폐기물의 포장은 드럼포장실에서 처리된다. 드럼포장실은 차폐벽으로 운전구역과 저장구역으로 분리된다. 설치된 오버헤드 크레인은 양쪽 지역에서 사용이 가능하다.

11.5.3 설비 설명

고체방사성폐기물 처리계통내 장치, 배관 및 건물의 내진등급 및 주요 건설규정들은 3.2 절에 기술된다.

11.5.3.1 사용후 수지 저장탱크

이 탱크는 사용된 탈염기 수지의 저장을 위해 제공되며, 드럼포장실(Drumming station) 부근의 차폐된 지역에 위치한다. 붕괴열에 의한 손상을 방지하기 위해 탱크 수위를 수지 상부로 유지한다. 물 또는 수지의 수위 변화는 배기 헤더에 의해 유지되는 커버가스에 의해 제공된다.

이 탱크는 수직 오스테나이트 스테인레스강 형식으로 6개의 스파지 연결, 액체 배수라인, 2개의 버블러 연결, 배기 연결구, 충수 및 배수 연결구가 설치된다. 스파지, 바닥 배수, 버블러, 배기 라인 수지의 역류를 방지하기 위해 금속 스크린으로 탱크 내부에서 막혀 있다. 스크린은 1차 보충수 또는 질소를 이용하여 역 세척될 수 있다.

탱크 정보 :

형식	수직 실린더
재질	304 stainless steel
체적	300 ft ³
설계온도	150°F
설계압력	100 psig

11.5.3.2 이동식 사용후 수지 건조설비

본 설비는 dewatering fillhead, blower skid, piping skid, 제어설비, 연결 호스 및 케이블로 구성된다. 본 시스템은 고건전성 용기(HIC)와 호환 연결되도록 설계된다.

1. Dewatering fillhead

Dewatering fillhead는 탈수장치와 처분용기 간 연결하는 역할을 한다. Fillhead의 하부는 다중의 문을 가지고 있으며, 이것은 용기 내부와 연결, 연결해제를 쉽게 할 수 있도록 한다. Fillhead는 용기 neck 상단까지 밀봉을 하며, 밀봉은 중력에 의해 유지된다. Dewatering fillhead의 상부는 파이프 부분과 밀봉된 전자부품으로 구분된다.

2. Piping skid

파이핑 스킴드는 액체 수용탱크, 탈수 펌프, 밸브 manifold로 이루어진다. 이것은 dewatering fillhead, 펌프 skid 및 plant 사이의 연결장치이다.

3. Blower skid

블로워 스킴드는 수지의 건조를 위한 유체 흐름과 온도를 제어하며, 많은 수분이 제거된 이후에 운전된다. 본 설비는 고온에서 자동 정지되는 연동제어를 위한 온도계측기가 설치된다.

11.5.3.3 농축폐액 건조설비

본 장치는 교반기/건조기, 열교환기, 드럼 외함, 냉수 스킴드, 복수 스킴드, 필요한 연결 배관 및 케이블로 구성된다.

1. 교반기/건조기

교반기/건조기는 침전물의 건조를 위해 사용된다. 교반기 스크레이퍼는 전동 모터로 구동된다. 자켓(Jacket) 가열은 발전소 보조증기로 제공된다. 배출밸브는 쉘의 중앙하부에 위치한다. 교반기 나선은 중력 배출을 위해 폐기물을 밸브 쪽으로 이동시킨다.

2. 열교환기

응축기는 교반기/건조기로부터 생긴 수증기를 응축시키기 위해 사용된다. 열교환기는 eductor jet 펌프에 공급되는 구동수를 냉각하기 위해 사용되며, 이것은 원하는 진공 상태를 더 효과적으로 달성할 수 있다. 냉수 스킴드는 냉수수계통이 응축기 및 열교환기 냉각을 위한 열 제거원을 제공한다.

3. 드럼외함(Enclosure)

드럼외함은 채색된 카본스틸이다. 드럼외함은 드럼 충전량을 감시할 수 있도록 상부 표면에 관람창이 있다.

포장 운전시 방사형 송풍기를 이용한 강제배기가 유지된다. 출구 배기는 고효율입자여과기 및 활성탄필터를 거쳐 이루어진다.

전면 개방 문으로 드럼에 접근할 수 있다. 필터의 교환이나 포장은 드럼외함 내부에서 수행된다.

4. 냉수 스킴드

본 기기는 교반기/건조기로부터 발생된 증기 기포를 응축시키기 위해 냉수를 열교환기에 공급하기 위해 사용된다. 또한, 냉수 스키드는 교반기/건조기의 진공을 형성하기 위해 2차 열교환기에 냉수를 공급한다.

5. 응축기 스키드

본 기기는 교반기/건조기의 응축수를 수집하고 제트 펌프를 위한 구동 수를 제공한다.

11.5.3.4 인라인 스트레이너

인라인 스트레이너는 스테인리스 스틸 케이싱에 설치된 스테인리스 스틸 와이어 망이며, 1차 측 보충수 라인으로 수지 분말의 이동을 방지하기 위해 설계된다.

11.5.3.5 압축기

압축기는 유압실린더로 구성되어 있고, 고체 폐기물을 55 gallon 드럼에 직접 압축할 수 있다. 압축기 외함은 작업구역으로 방사성 물질의 유출을 차단하기 위해 활성탄 배기시스템에 연결되어 있다.

11.5.3.6 방사성폐기물 분류 보조계통

방사성폐기물에서 비오염폐기물을 분리하고 방사성폐기물 부피를 감소시키기 위해 사용된다.

11.5.3.7 초고압 압축기

이동식 초고압 압축기는 모든 발전소 공용설비이며, 단식 압축기로 55 gallon 폐기물포장 드럼을 최대 2000 메트릭 톤의 힘으로 압축할 수 있다. 초고압 압축된 55 gallon 드럼들은 80 gallon 드럼에 재포장된다.

11.5.3.8 필터 취급 및 드럼포장 설비

필터 취급설비는 사용후 필터 카트리지를 교체 및 드럼포장실로 이송하기 위해 필요한 장비와 차폐용기로 구성된다. 필터의 고방사능 때문에 제거절차는 직접 감시를 통한 원격 수동 운전이다. 사용 장비는 작업자의 과도한 방사선 피폭을 막기 위해 차폐장치를 통해 운전하도록 설계된다. 새로운 필터 카트리지의 설치의 수동 운전으로 차폐없이 수행된다.

드럼포장장치는 사용후 필터카트리지를 필터취급 용기에서 저장드럼으로 이동하기 위해 필요 차폐물과 장비로 구성된다. 드럼 덮개 공구를 이용하여 드럼 덮개를 설치하며, 드럼 쉘 링을 부착한다. 상세 공구는 다음과 같다.

1. 램프 :

강도 높은 소형기기로 필터 cavity의 하부까지 확인 할 수 있다.

2. 렌치 :

T 자형 렌치는 두꺼운 카본스틸 튜빙으로 제작된다. 중앙막대와 리테이너는 렌치 끝 부분에 육각 소켓을 고정된다. 본 렌치는 필터 커버 볼트를 풀기위해 사용된다.

3. 그래플(grapple) :

그래플은 필터 케이스로부터 카트리지를 잡거나 제거하기 위해 사용되는 장비이다. 그래플 샤프트에는 3 단계 높이 고정을 위해 핀 지지대가 설치된다. 3지지대는 각각 빈 드럼을 이동할 때, 필터카트리지를 잡거나 운반할 때, 그래플 조립하거나 제거하기 위해 사용된다.

4. 캐스크 집합체 :

캐스크 shell은 차폐를 위해 납을 채운 이중 철 벽 이다. 필터카트리지를 넣어 이송하는 캐스크 상부에 볼 부싱이 달린 실린더 형태이다. 부싱은 렌치나 그래플 운전이 가능하도록 관통부를 포함하고 있고, 제거운전 감시를 위한 납차폐 관람창을 포함하고 있다. 캐스크의 바닥 커버는 스틸이고, o-ring 씬과 배수구가 있는 납이 채워진 집합체이다. 캐스크 집합체는 필터 카트리지가 드럼포장실로 운반될 때 두 개의 턴버클로 shell에 부착된다.

5. 드럼 차폐체 :

드럼 차폐체는 납이 채워진 이중 벽 탄소강 실린더이다. 필터처분 드럼은 사용후 카트리지가 드럼으로 옮겨질 때 실린더 내부에 놓여진다. 제거 및 취급을 위해 3개의 아이볼트가 상부에 제공된다.

6. 드럼 capper

드럼 capper는 필터드럼 뚜껑 및 씰링 설치 시 필요한 차폐체와 장비로 구성된다. 차폐체는 양 끝단이 막힌 이중 벽 구조의 실린더로 구성되어 있다.

드럼 씰 링 접근을 위해 두 개의 돌기가 원통부 위에 제공된다. 납이 벽사이의 차폐체로 사용된다. 드럼 capping 장치는 차폐체 내부에 있으며, 막혀있는 말단을 통해 연장된 막대를 이용하여 운전된다.

드럼 capping 장치는 드럼 뚜껑을 운전 및 설치하기 위한 운전 막대와 드럼 클램프 링을 설치하기 위한 장치로 구성된다. 클램핑 장비는 링의 고정 및 확장을 위한 4개의 조작기를 가지고 있다. 운전 조작기의 레버를 조작하여 클램프 링을 풀 수 있다. 설치된 링의 안전한 유지를 위해 렌치와 클램프 볼트가 설치된다.

11.5.3.9 용기

드럼포장을 위해 3 종류 특별한 형태의 용기가 필요하다. 이 용기는 수지용기, 농축물 드럼, 카트리지 드럼이다. 농축물 및 카트리지 드럼은 55 gallon DOT Specification 17-H, KS A 1602 또는 KS A 1603 스틸 드럼이다. 단, 수지 용기는 특수 사용을 위해 특별히 제작되어야 한다.

1. 수지 용기 :

수지 용기는 High Integrity Container(HIC) 또는 폴리에틸렌 용기이다. 용기는 10 CFR 61의 요건을 만족할 수 있다.

2. 농축물 드럼 :

농축물 드럼은 55 gallon DOT Specification 17-H, KS A 1602 또는 KS A 1603 스틸 용기이다. 충전물은 분말 농축물이다.

3. 필터 카트리지 드럼 :

카트리지 드럼은 중앙에 cavity가 있는 표준 55 gallon DOT Specification 17-H, KS A 1602 또는 KS A 1603 스틸 용기이다. 중앙 cavity는 단일품 또는 그 이상을 포장할 수 있는 크기이다. 저오염 필터 카트리지는 차폐없이 다양한 종류의 드럼에 삽입될 수 있다. 견고한 플러그가 드럼 덮개에 부착되어 있으며, 덮개를 막을 때 cavity를 막는다. 취급 및 덮개 설치작업을 위해 뚜껑에는 탭 플러그가 설치된다.

11.5.3.10 자동드럼세척장치

자동드럼세척장치(ADWS)는 200L 드럼(55 gallon) 세척 작업을 위해서 설계된다. 작업 시간은 표면세척을 위해 요구되는 시간에 따라 조정된다. 액체가 접촉되는 모든 장치의 재질은 스테인리스 스틸이다. 이는 부식을 방지하고 제염작업 쉽게 해준다. 자동드럼세척장치는 크레인 또는 카트로 이동이 가능하도록 견고한 프레임에 설치된다.

11.5.3.12 계측 및 제어

CWDS, SRDS, ADWS 및 기타 장비 운전의 원격 제어가 가능하도록 차폐된 드럼포장실 외부에 분리된 패널이 설치된다.

패널에는 장치의 기능을 안전하게 수행하기 위한 운전요구에 요구되는 계측기 및 제어기를 포함하고 있다. 다음과 같은 계측기 및 제어기가 제공된다.

1. 사용후 수지 저장탱크(SRST) 수위

Drumming station과 액체폐기물계통패널 모두에서 탱크수위가 표시된다. 고·저수위 경보는 액체폐기물계통 패널에만 표시된다. 지시 장치는 dual-bubbler 형식으로 탱크 내 용물이 슬러리(slurry)로 있을 때만 동작된다. 그러므로 수지에 대한 물의 비율이 기록으로 결정된다.

2. SRST 압력

압력전송기는 액체폐기물 및 drumming station 패널 모두에서 압력지시를 제공하며, 액체폐기물계통 패널에 고·저압력 경보를 제공한다. 고압력 경보는 탱크의 고 압력 상태를, 저압력 경보는 탱크의 압력 상실을 경보한다.

3. SRST 1차수 유량

현장계측기는 SRST로 제공되는 1차수의 유량을 drumming station 패널에 지시한다.

4. SRDS 제어

제어시스템은 안전하고 효율적인 시스템 운전을 위해 필요한 제어와 연동동작에 필요한 기기를 포함하는 운전제어반, 용기 운전을 감시하기 위한 CCTV, 폐기물 입구측 라인에 설치된 검출기로 구성된 방사선감시기로 구성된다.

5. CWDS 제어

액체폐기물의 수위제어를 위해 가장 신뢰성이 높은 것은 초음파 스위치이다. 수위계측기는 진공/건조기, 응축수 저장탱크, 드럼 외함에 설치된다. 수위게이지 글라스가 응축수 저장탱크와 냉수 저장탱크 수위 감시를 위해 사용된다. 운전원에게 건조, 드럼 충전 운전의 이해 및 감시를 위해 건조기 및 drum filling station에 전 범위 감시창이 제공된다.

6. SRST 1차수 제어밸브

SRST로 보내지는 1차수의 유량제어를 위해 사용하며, 폐기물 드럼패널에 설치되어있는 수동 조작기를 이용하여 제어된다.

7. SRST 제어밸브 질소 공급

이 밸브는 탱크 하부의 스파지 또는 수지 이동을 위한 가압을 위해 고압력의 질소 추가를 위한 유량을 제어하며, 폐기물드럼패널에 설치되어있는 수동 조작기를 이용하여 제어된다.

8. 자동드럼세척시스템

ADWS 설비는 차폐체 뒤 또는 안전지역에 위치한 별도의 제어반에서 운전된다. 운전은 PLC 제어기로 제어된다. PLC 제어기 사용으로 쉬운 조작과 자동운전이 가능하다. 모든 운전 사이클은 화면에 표시되며, 예상치 않은 상황시 수동 운전이 가능하다.

11.5.3.13 운전 절차

1. 사용후 수지

이온교환 수지는 붕괴기간 동안 사용후 수지 저장탱크로 이송된다. 탱크 내의 물은 핵분열 생성물 붕괴에 따른 열 발생에 의한 수지의 손상을 방지한다. 또한, 탱크에는 배

기헤더에서 제공되는 커버 가스가 있다.

수지는 질소가스로 탱크 스파지(sparging) 및 가압을 통하여 이동식 SRDS로 이송된다. 사용후 수지는 저장탱크에서 SRDS 용기로 이송된 후, 탈수펌프로 탈수된다. 폐기물 용기 내에 남는 유리수는 송풍기로 공급되는 건조공기의 재순환을 통해 제거된다. 폐기물 용기로부터 제거된 물은 방사성 배수계통으로 회수된다.

탈수펌프는 공정제어프로그램에 따라 설정된 시간간격 동안 운전된다. 펌프 운전시간은 탈수운전 개시 이후 최소 8시간이다. 폐기물 용기 내 대부분의 유리수가 제거된 후, 건조공기는 폐기물 용기의 잔존 유리수를 제거하기 위해 공기송풍기로부터 폐기물 용기로 탈수기를 거쳐 지속적으로 순환된다. SRDS에는 탈수운전 중 이온교환 수지의 잠재적인 발열반응으로 인한 고온도 자동정지를 위한 연동 온도계측기가 설치되어 있다.

폐기물 용기는 수집된 액체의 체적 및 재순환 건조공기의 상대습도가 공정제어시스템에 명시된 기준을 만족하는 경우 탈수되었다고 평가된다. 폐기물 용기의 출구 측 공기의 상대습도를 연속적으로 감시하기 위해 상대습도 계측기 및 모니터가 폐기물 용기 배출공기에 설치된다.

본 계측기는 탈수 공정의 정상적인 종료를 위해 사용 된다.

이후 폐기물 용기는 영구처분 이전에 추가 감쇄를 위해 용기 저장장소로 이송된다.

2. 농축 폐기물

교반기/건조기, 스팀 재킷은 발전소 보조증기로 예열된다. 발전소 증발기 농축물은 고수위를 초과하지 않는 적정 양의 폐기물이 채워질 때까지 최소 150°F 온도로 유지되는 공급라인을 거쳐 교반기/건조기에 연결된 폐기물 공급밸브를 통해 공급된다. 폐기물 이송 중 배합기/건조기가 고수위인 경우, 폐기물 공급밸브는 자동적으로 닫힌다. 폐기물 이송이 완료된 경우, 폐기물 공급밸브는 CWDS 제어반에 의해 닫히고 세정된다.

배합기/건조기의 진공압력은 22~28" Hg로 유지된다. 증기기포는 응축기에 의해 배합기/건조기로부터 추출된다. 응축기는 냉수계통 및 자체 냉각스키드에 의해 냉각된다. 응축수는 응축수 저장소로 보내지며, 발전소로 다시 회수되거나 제트펌프의 구동유체로 사용된다.

약 3시간 운전 후, 교반기/건조기는 저수위로 낮아진다. 또한, 폐기물 이송 및 세척 운전은 계산된 폐기물 체적을 만족하기 위해 필요한 만큼 반복된다.

마지막 이송 최종시점에서 건조단계가 시작되며, 교반기/건조기의 온도는 증가하기 시작한다.

건조정도가 확인된 이후, 드럼 충전 외함에 부압을 형성하기 위해 송풍기가 기동된다. 이후 폐기물은 55 gallon 드럼 내의 비닐백에 배출될 준비가 된다.

교반기/건조기 생성물은 볼 밸브를 통해 배출된다. 드럼이 과도하게 채워지는 것을 방지하기 위해 광전빔이 사용된다. 드럼에 채워지는 상태를 운전원이 감시하기 위해 플라스틱 관람창이 설치된다. 포장 외함은 고효율입자여과기와 활성탄필터로 구성된 필터 집합체를 가지고 있다. 폐기물 충전 외함 문은 개방이 가능하고, 공기 중으로 의도되지 않은 방사성물질이 유출되는 것을 방지하기 위해 외함내에서 원격으로 드럼세척 및 커버 닫음 작업이 가능하다. 방사선준위 확인 후, 충전된 드럼들은 최종영구처분 이전에 추가적인 붕괴를 위해 저장지역으로 이송된다.

3. 사용후 필터

사용후 필터 카트리지는 차폐캐스크와 함께 하우징으로부터 제거되며, drumming 지역으로 이송된다.

필터 drumming 절차는 필터 카트리지를 필터취급 캐스크 집합체로부터 필터처분드럼으로 이송시키는 방법이다. 운전은 drumming room 이송작업구역에서 수행되며 drumming room의 크레인 사용이 필요하다.

필터처분 캐스크 집합체는 작업구역으로 이동되며 지역 배수구로 배수된다. 처분드럼은 드럼차폐 집합체 내의 캐스크 집합체에 위치한다. 드럼차폐 집합체 상단에 캐스크 차폐체가 위치하며, 필터 카트리지는 처분드럼 하부에 위치한다. 이후 차폐집합체로부터 캐스크가 제거되고, 하부에 위치되며, 다음 필터취급을 위해 준비된다. 차폐플러그는 드럼차폐커버에 설치되어야 한다. 차폐플러그는 크레인 작업 중 작업자의 방사선 피폭을 감소시킨다.

드럼덮개 설치를 위해 드럼차폐커버는 제거되고, 커버차폐체로 교체된다. 또한, 덮개 작업이전에 드럼덮개와 덮개링은 덮개작업장비에 부착되어야 한다. 덮개는 드럼위에 위치하며 풀린다. 이후 덮개 닫힘링이 풀리고, 잠금 볼트가 설치된다. 이후 덮개차폐체가 제거되고, 덮개작업이 완료된 드럼은 저장지역으로 이송된다.

4. 잡고체 방사성폐기물 :

발전소 운전 및 정비 중 발생한 혼합된 잡고체 방사성폐기물은 적정장소에 수집된다. 필요시, 혼합 방사성폐기물은 선별 및 포장을 위해 선별작업실로 옮겨진다.

체적 감소를 위해 압축 가능한 폐기물의 경우 압축기를 이용하여 드럼에 채운다. 추가적인 압축 가능한 폐기물이 있을 경우, 드럼이 모두 채워질 때까지 재압축하여 채운다. 이후 드럼은 봉인되고, 임시저장을 위해 고체폐기물 저장지역으로 이송된다. 사전 압축작업시, 압축기 지역공기는 HEPA필터 및 활성탄 필터를 거쳐 건물배기계통으로 배기된다.

임시 저장된 잡고체 방사성폐기물 드럼은 필요시 체적을 감소시키기 위해 통제된 지역

에서 이동형 초고압압축기를 사용하여 압축할 수 있다. 초고압 압축된 드럼은 소외처분을 위해 덧포장드럼으로 포장된다. 원자로 운전 중 오염된 대형 및 고방사화 된 기기 및 설비의 경우 포장이 불가하며, 발전소 종자가의 제염수행 이후 적절한 크기와 형태로 이동 컨테이너에 포장된다.

5. 자동 드럼세척시스템

세척 필요시 드럼을 이동설비 위에 놓고, 이동설비는 전기적으로 구동되어 세척실로 이동한다. 세척실 내에서 세척순서는 세척수, 세척세제 및 행균 세척수 순서로 분사된다.

세척공정 이후 드럼은 압축공기로 건조되고, 드럼은 이동설비를 이용하여 세척실에서 loading/unloading 위치로 이동된다. 세척된 드럼은 표면검사후 반입/반출 이동설비로 이동된다.

11.5.4 예상 체적

고체폐기물은 액체농축물, 사용후 수지, 종이 및 유리와 같은 다양한 물질로 구성된다. 모든 고체폐기물은 처분장으로 이동을 위해 포장된다. 연료 영구인출상태에서 건조수지를 제외하고 발전소 운영 중(25~50 barrels)에 비해 소량의 액체농축물, 기타 물질 등이 매년 생성될 것으로 평가된다.

11.5.5 포장

잡고체폐기물은 55 gallon 스틸드럼에 포장한다. 55 gallon 드럼은 초고압 압축되어 80 gallon 덧포장 드럼에 포장될 수 있고, 덧포장 드럼의 빈공간은 55 gallon 드럼의 움직임 을 방지하기 위해 충진제가 채워진다. 수지는 고건전성용기(HIC), Polyethylene 용기에 포장된다. 폐기물 농축물은 55 gallon 드럼에 포장된다.

사용 후 필터는 55 gallon 드럼의 중앙 cavity에 포장된다. 슬러지 폐기물에 EDTA가 포함된 경우, EDTA는 적절한 조치방법에 따라 파괴되며, 잔존 슬러지폐기물은 에폭시를 이용하여 55 gallon 드럼에 고화 처리한다.

11.5.6 저장 설비

포장된 고체방사성폐기물을 위한 발전소내 저장설비는 drumming room 내부 드럼충전랙 주변에 위치한다. 정확한 위치 및 일반 배치도는 그림 1.2-4 참조하라. 저장지역의 바닥면적은 약 65개의 55 gallon 드럼을 저장할 수 있을 정도의 충분히 넓은 공간을 가진다. 발전소 내부 저장지역 외에, 고리 1~4호기에서 발생하는 폐기물을 저장하기 위해 발전소 외부 부지에 4개의 임시저장시설이 건설되어 운전되고 있다. 발전소 부지 내 저장시설과

관련된 추가정보는 11.5.7절에 설명되어 있다.

드럼 충전작업 완료시, 드럼 및 드럼차폐체는 천장 기중기를 이용하여 드럼 stripping 지역으로 이동된다. 차폐체 제거 후 드럼의 방사선량이 측정 및 기록된다. 사용후 수지와 같은 고방사성 드럼은 크레인을 이용하여 발전소 내 드럼 저장지역으로 이동된다.

발전소에서 발생한 고체화 또는 건조된 고체폐기물의 발전소 부지 내 저장시설 또는 소외 처분시설로의 이송에는 천정크레인이 사용된다. 고체폐기물 취급지역의 직접적인 외부접근은 롤업 문 및 작업실의 외벽에 위치한 차폐문을 통해 제공된다. 또한, drumming 지역의 외벽경계에 위치한 트럭베이는 drumming 지역에서 발전소 부지 내 저장시설로의 드럼 이동을 위한 차량 적재용 지역을 제공한다. 트럭베이에 방사선 방호가 요구되는 경우, 12.1.1 절에 따라 방사선구역으로 통제될 수 있다.

11.5.7 운송

연료 영구인출상태 중 발생한 방사성폐기물은 드럼 또는 고건전성용기에 포장된다. 원자력발전소 운전경험에 따르면, 고리1호기는 원전 운전 중에 연간 약 250드럼의 고체 방사성폐기물을 발생시킬 것으로 추정된다. 하지만 연료 영구인출상태 중에는 원전 운전 중에 비해 적은 양의 고체 방사성폐기물이 발생될 것이다.

방사성고체폐기물을 소내저장시설에 임시저장한 후 최종처분시설로 인도한다.

방사성 저장시설 및 이동을 위한 설계기준은 대한민국 정부에서 작성한 “Ordinance Concerning the Control of Radioisotopes and Safeguards against Radiation Hazards due to Radioisotopes”에 상세 기술된 기준을 따른다.

방사성 폐기물 분석계통은 최종 처분시설로의 운송 이전에 발전소 부지 임시저장시설 내에 보관된 방사성폐기물 드럼에 저장되어 있는 방사성 핵종의 농도를 식별 및 측정하기 위해 사용된다. 또한, RAS는 감마 방사선 핵종만 측정하므로, 알파, 베타방사선 방출 방사성 핵종의 농도 측정 및 식별을 위해 척도인자가 적용된다. 고리 1호기에서 생산된 폐기물 드럼에 대한 척도인자가 표 11.5-4에 표시된다.

11.5.7.1 방사성폐기물 분석계통

방사성폐기물 분석계통의 기능은 최종처분시설로의 운송 이전에 비파괴 검사방법을 이용하여 고리 1호기에서 생산된 방사성폐기물 드럼 내에 있는 방사성 핵종의 세부적인 농도를 식별 및 측정한다. 방사성폐기물 분석계통은 고리본부에 공통으로 사용되며 발전소 부지 내 임시저장시설에 설치되어 있다. 방사성폐기물 분석계통은 다음의 주요한 기기로 구성되어 있다 :

1. 방사성폐기물 분석계통

a. Detector Assembly(계측기 집합체)

계측기 집합체는 방사성폐기물 드럼 내에 감마방출 핵종의 식별 및 측정을 위해 사용된다. 본 기기는 high density 드럼을 위한 감마스캐너(SGS)와 low density 드럼을 위한 단층촬영 감마스캐너(TGS)의 지원을 위해 스캔모드를 가지고 있다. 본 장비는 HPGe 계측기, 계측기차폐체 및 분광기, 감쇠기 및 계측기 드라이브로 구성되어 있다.

b. 전송선원집합체

방사성폐기물 드럼 내 방사성 핵종의 고품질 분석을 위해 전송원 집합체가 사용된다. 전송선원집합체는 텅스텐서터와 납 저장차폐체를 사용한다. 저장차폐체와 서터는 선원강도 15mCi Eu-152까지 제공한다.

c. 드럼장착 및 회전집합체

드럼장착 및 회전집합체는 방사성폐기물 드럼을 계측기로 이동 및 회전시키기 위해 사용한다. 본 기기는 다양한 폐기물 드럼을 측정하기 위해 1000kg 까지 취급가능 하다.

d. 데이터 취득 하드웨어 집합체

데이터 취득 하드웨어 집합체는 계통운전 및 분석 소프트웨어, 컴퓨터 및 데이터 취득 전자장치로 구성되어 있다. 본 장비는 방사성폐기물 드럼을 분석하고, 드럼 매트릭스 이미지를 생성할 수 있다. 본 장비는 방사선으로부터 작업자의 보호를 위해 차폐된 제어실에 설치되어 있다.

e. 자동컨베이어계통

자동컨베이어계통은 다양한 폐기물드럼을 취급하기 위해 1,000kg까지 수용 가능하다. 본 계통은 RAS와 통합되어 있으며, 방사성폐기물 드럼의 적절한 운전을 보장하기 위해 자동 운전이 가능하다.

2. 현장기기 계측계통

현장기기 계측계통은 이동식 방사성폐기물 분석 장비이다. 현장기기 계측 통은 RAS로 측정이 불가능한 고견정성용기와 같은 특수 방사성 폐기물 컨테이너의 감마방출 핵종의 분석을 위해 사용된다. 본 장비는 다른 모든 원자력발전소와 공유하여 사용된다.

()

KRN 1 FSAR

표 11.5-1 ~ 11.5-3 삭제



표 11.5-4

Kori 1 고체폐기물드럼 척도인자

Drum	Measure Nuclide (Indirect Assay)	Key Nuclide (Direct Assay)	Geometric Mean 주1)	Linear Regression 주2)	
			SF	c	d
Miscellaneous Dry Active Wastes	H-3	Co-60	3.51E+1	-	-
	C-14	"	5.19E-2	-	-
	Fe-55	"	2.29E+0	-	-
	Ni-59	"	8.38E-2	-	-
	Ni-63	"	5.62E+0	-	-
	Nb-94	"	1.55E-3	-	-
	Sr-90	Cs-137	9.63E-2	-	-
	Tc-99	"	1.40E-2	-	-
	I-129	"	3.90E-4	-	-
	Gross α	Co-60	1.90E-2	-	-
Spent Cartridge Filter 주3)	H-3	Co-60	-	5.44E-1	7.14E-1
	C-14	"	-	3.30E+1	7.23E-1
	Fe-55	"	-	2.80E+1	9.00E-1
	Ni-59	"	-	3.07E-1	7.97E-1
	Ni-63	"	-	5.88E+0	9.04E-1
	Nb-94	"	-	1.22E-2	6.96E-1
	Sr-90	Cs-137	2.71E-1	-	-
	Tc-99	"	6.03E-1	-	-
	I-129	"	8.99E-5	-	-
	Gross α	Co-60	6.26E-4	-	-

주1) Geometric Mean : $A_{DTM_N} = SF \times A_{key_N}$

- A_{DTM_N} : Activity Of Indirect Assay DTM Nuclide
- A_{key_N} : Activity of direct Assay Key Nuclide
- SF : Activity constant ratio

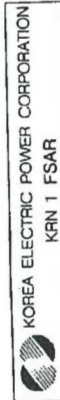
주2) Linear Regression : $\log(A_{DTM_N}) = \log(c) + d \times \log(A_{key_N})$

- d = Slope of Linear Regression
- $\log(c)$ = y-intercept of Linear Regression

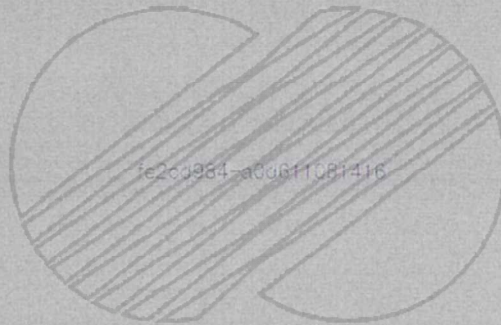
주3) Coverage

- Primary System (RC, CVCS etc.) Filters
- Spent Fuel Pool Purification Filters, etc.

()

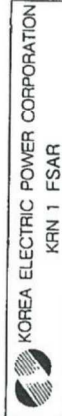


SOLID WASTE DISPOSAL SYSTEM
FIGURE 11.5-1
(SHEET 1 OF 3)



fe2cd984-a0d6-11e8-b416

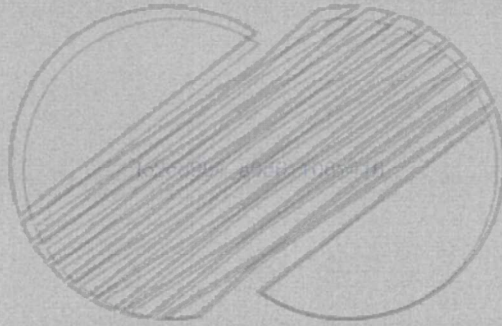
()



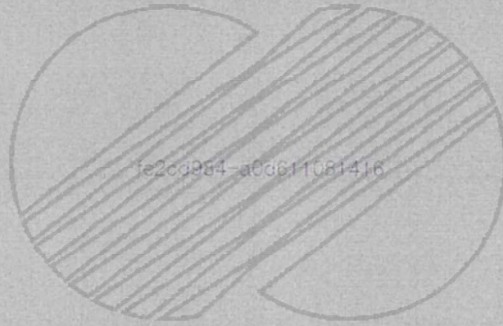
SOLID WASTE DISPOSAL SYSTEM

FIGURE 11.5-1

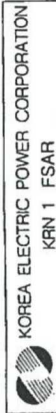
(SHEET 2 OF 3)



()



fe2cd984-a03611081416



KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION
KRN 1 FSAIR

SOLID WASTE DISPOSAL SYSTEM

FIGURE 11.5-1

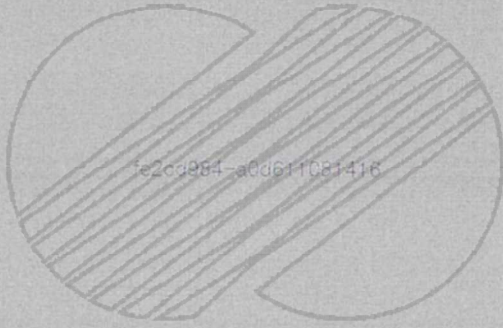
(SHEET 3 OF 3)

()

KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION
KRN 1 FSAR

AUTOMATIC DRUM WASHING
SYSTEM

FIGURE 11.5-2
(SHEET 1 OF 1)



fe2cd984-a0d611081416