

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

배기여과기는 스테인레스강으로 제작된 수직형 호퍼식 스크린으로 지지되고 최소 100mm(4.0") 깊이의 활성탄으로 구성되어 있으며 활성탄을 원격 제거할 수 있도록 설계되어 있다. 이것은 공학적 안전설비(ESF)인 경우 Reg. Guide 1.52(개정 3), ASTM D3803-1989에 따라 실험실 시험 시 상대습도 95% 조건에서 99.5% 이상의 요오드화 메틸(Methyl Iodide) 제염 효율을 갖고 비공학적 안전설비(Non-ESF)인 경우 Reg. Guide 1.140(개정 2), ASTM D3803-1989에 따라 실험실 시험 시 상대습도 95% 조건에서 99.0% 이상의 요오드화 메틸(Methyl Iodide) 제염효율을 가지고 있다. ASME N510-1989 및 Reg. Guide 1.52(개정 3) & 1.140(개정 2)에 따라 현장 시험시 추적가스(R-11 등)에 대하여 99.95% 이상의 제염효율을 가지고 있다. 이 활성탄부분은 높은 효율(86% NBS DUST SPOT)의 전단여과기 및 고효율(HEPA) 여과기 부분, 그리고 입자로 만들어진 0.3 마이크론 크기의 추적가스(DOP, PAO 등)를 정격유량에서 최소 99.95% 이상의 제거 효율을 갖고 있는 제거 가능한 카트리지로 구성된 유사한 고효율(HEPA) 여과기 뱅크가 그 후에 연결되도록 구성되어 있다.

126

전체 여과기는 누설 밀봉된 출입문, 내부조명 및 배수구, 압력 감소를 위한 계측기기의 접합부와 현장에서의 효율시험 동안의 활성탄시료, 공기시료, 그리고 방사능추적 주입을 위한 온도감지 구멍들로서 구성되며 제작 공장에서 조립된 하우징 안에 설치되어 있다.i

이 여과기의 정상시 용량은 최소 4.72 m³/s (10,000 scfm) 이다.i

각 여과기에서 양단에 걸리는 압력차를 측정할 수 있으며 이러한 측정 결과치가 주제어실로 전송되어서 여과기의 손상이나 마모를 알 수 있고 따라서 여과기의 보수가 필요한지 알 수 있다.i

이 여과기 장치는 모든 형태의 여과기 교체가 쉽게 이루어지고 운전원에 대한 방사능 피폭량이 최소화 되도록 설계되어 있다. 각 여과기기 안에 수집된 방사능을 가진 입자나 기체들은 여과기 교체 기간동안 여과기 하우징 바깥 부분인 대기로 방출될 수 없다. 또한 이 기기는 완전한 방호복과 마스크를 착용하고 교체할 여과기셀(cell)을 운반하는 작업자에게 충분한 공간을 제공할 수 있도록 설계되어 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.2.3.3 배기팬

각각 용량이 4.72 m³/s (10,000 scfm) 인 2대의 100% 원심형 배기팬들이 보조 건물 내에 위치하고 있다.i

이 팬에는 여과기를 우회통과할 때의 최소 개방 위치로부터 여과기에 먼지가 가득차서 완전개방 위치까지 수동으로 풍량조절이 가능한 가변 날개가 설치되어 있다.i

환기 배기 총풍량은 주제어실에 나타나기 위하여 계속 측정되어지고, 그리고 측정값은 팬 입구 날개들을 조절하기 위해 사용된다.i

각 팬의 방출부분에는 팬의 동작이 정지될때 자동적으로 닫힐수 있는 고무로 밀봉되는 누설방지 버터플라이 댐퍼들이 부착되어 있다.i

9.4.2.3.4 격리댐퍼i

공급 및 회수공기 덕트에 위치한 댐퍼들은 격리 댐퍼들인데 ASME (참고문헌 9.4-9) III절의 2등급 요건을 만족한다. 이들은 기체밀봉 공기식 밸브들이다. 냉각재상실사고 기간 동안에는 여과기 계열의 손상을 방지하기 위해 이들 댐퍼들은 0.5 ~ 1초 내에 완전히 닫히도록 요구되고 원자로건물이 가압되는 동안에는 원자로건물 댐퍼들의 수동 개방을 막기 위해 적절한 연동장치가 제공된다.i

9.4.2.3.5 방화댐퍼(fired damper)i

원자로건물 환기계통의 덕트는 캐나다 건물규격 (NBCC) 의 요건에 따라 고온에서 닫히도록 설정된 방화댐퍼들이 설치된다.i

9.4.2.3.6 지역공기냉각기i

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

각 지역공기냉각기는 환형의 튜브를 갖고 있는 공기/물 열교환기와 팬과 시운전 동안에 사용되는 평면여과기 부분을 가지는 아연도금 강판 하우징으로 구성되어 있다. 접근 불가능한 지역에 있는 각 공기냉각기로 냉수를 공급하기 위해 각 냉수 배관이 벽을 관통한다. 이들 배관에 있는 밸브들은 접근 가능한 지역에 위치한다. 용수는 모든장치들을 통하여 계속적으로 순환된다.i

냉각기들은 주제어실에 있는 핸드스위치에 의해 제어된다. 정상운전기간동안 냉각기들은 규정된 범위내의 온도가 유지되도록 운전된다. 표 9.4-2에는 지역공기냉각기의 성능 특성들이 나타나 있다. 원자로건물 핵연료장전실 ■■■에 있는 LAC 9과 LAC 10은 기기 냉각수와 냉방수 계통에 연결되어 있고, 하계기간 동안에는 요구된 냉각을 하기위해 냉방수 계통으로 수동전환이 이루어진다.

고온에 대해 경보가 발생하고 이 때에는 동작되지 않던 공기냉각기가 가동된다.

9.4.2.3.7 콘크리트 냉각팬i

각 핵연료장전실에는 2대의 100% 용량 원심형 팬들이 설치된다. 정상운전 기간에는 1대의 팬이 가동되고 두번째 팬은 대기상태에 있다. 만일 1개의 팬이 운전중에 정지되면 주제어실에 경보될 것이다.i

팬은 핵연료장전실의 하부로부터 공기를 흡입하여 냉각코일을 통하여 덕트로 방출한다.i

9.4.2.3.8 냉각계통 댐퍼

각 콘크리트 냉각팬은 1개씩의 격리 댐퍼를 갖고 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.2.4 계통운전i

9.4.2.4.1 정상운전i

환기계통의 공급과 회수공기덕트에 있는 격리댐퍼들은 열려있다. 배기 여과기기 (filter train) 에 있는 우회 댐퍼는 닫히고 1개의 배기팬이 동작하며 이의 출구 댐퍼는 열려있다.i

지역공기냉각기들은 건물 냉방이 요구되는 만큼 동작하게 된다. 동작하지않는 냉각기들은 대기 상태에 있게 된다.i

9.4.2.4.2 비정상 운전i

9.4.2.4.2.1 격납건물 과압i

환기계통의 공급과 회수공기덕트에 있는 격리댐퍼들은 닫히게 된다.i

지역공기냉각기들은 건물을 감압시킨다. 원자로건물의 압력이 계속 올라간다면 원자로건물 살수계통이 동작하게 된다.

9.4.2.4.2.2 LOCA후 격납건물 감압i

환기계통의 공급 및 회수공기덕트에 있는 격리댐퍼들은 닫히게 된다.i

원자로건물의 다른 계통들과 함께 지역공기냉각기들은 원자로건물 내의 온도를 낮추고 감압시키기 위해 동작한다.i

원자로건물의 환기계통 자체는 냉각재상실사고후의 감압모드에서 증기를 조절하도록 요구되거나 설계되지 않는다. 18 kPa(g)과 49℃의 상태가 되

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

있을 때 중수증기회수계통은 환기여과장치를 통하여 공기를 방출시키기 전에 원자로건물내의 공기를 건조시키도록 설계되어 있다.i

9.4.2.4.2.3 LOCA후의 격납건물 세정i

방사능 준위에 따라 중수증기 회수계통과 함께 환기계통은 LOCA 후의 격납건물 세정을 위하여 사용될 수 있다. 이런 운전상태인 경우에, 공기는 증기회수계통에 의해 건조되고, 대기로 방출되기 이전에 배기공기로부터 방사성 미립자들과 요드를 제거시키기 위해 환기배기여과기에 의해 여과된다.i

9.4.2.4.2.4 4급 전원상실i

3급 전원이 이용 가능하게 되면 1대의 배기 팬이 재가동하게 되고 환기계통이 정상으로 동작하게 된다.i

각각의 핵연료장전실에 있는 1대의 콘크리트 냉각팬은 3급 전원이 이용 가능하게된 이후에 가동하게 된다. 핵연료장전실과 증기발생기실에 있는 지역공기냉각기들도 또한 재 가동하게 된다. 다른 모든 지역공기냉각기들은 4급 전원의 상실에 따라 가동되지 않는다.i

9.4.2.5 안전성 측면i

9.4.2.5.1 다중성i

다중성을 위해 2대의 100% 용량의 원심형 배기 팬들이 설비되어 있고 독립된 3급 전원의 공급모선에 의해 각각 전원을 공급받는다.i

환기계통에 있는 2대의 원자로건물 격리밸브들은 원자로건물관통부의 내부 및 외부에 각각 1개씩 설치된다.i

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.2.5.2 내진검증i

원자로건물 격리밸브들을 포함한 환기계통의 원자로건물 관통부분은 설계기준지진 동안이나 이후에 원자로 건물내에 누출된 방사능이 원자로 건물을 빠져 나가는 것을 막기 위해 설계기준 지진에 견딜 수 있도록 설계된다. 이 환기계통의 나머지 부분은 내진검증이 필요하지 않는다.i

캐나다의 Gentilly-2 원자력 발전소에서 연구된 “가상 사고후 원자로건물로 부터의 높은 누설평가” (TTR - 168, vol 2, NCAC 92-00061에 제출됨)는 LOCA와 그 이후에 지역공기냉각기들을 이용할 수 없더라도 대중피폭 영향이 적절한 수준임을 보여주고 있다.

지역공기냉각기들의 지지물들도 설계기준 지진 (범주 A) 에 대한 검증이 필요하다. 밸브와 이와 연관된 덕트를 포함한 콘크리트 냉각팬들은 설계기준지진 이후에 기계적 및 전기적 기능을 계속할 수 있어야 한다.i

9.4.2.5.3 환경검증i

원자로건물 격리밸브들은 LOCA 이후에 발생하는 압력파동, 온도와 습기로 부터 배기여과기를 보호한다.i

환기계통의 계기류와 원자로건물 격리밸브들은 LOCA로 인하여 발생된 가혹조건 상태하에서도 동작될 수 있어야 한다.i

지역공기냉각기들 (LAC1~LAC 16) 은 LOCA나 주증기관파단 사고 같은 열악한 조건에서도 운전 될 수 있도록 설계되어진다.

9.4.3 원자로 보조건물

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.3.1 설계 기준

9.4.3.1.1 기능 요건

9.4.3.1.1.1 원자로 보조건물 난방 계통

원자로 보조건물의 난방 계통은 다음과 같은 요건을 제공하기 위하여 설계되어있다.

가. 건물내 작업자에 대한 쾌적한 환경 제공

나. 동절기에 장비 및 배관의 동결방지

동절기 원자로 보조건물내의 열손실은 다음과 같이 보충된다.

- 환기용 공급공기를 정상온도까지 예열

- 필요시 주변 사무실의 노출된 외벽을 따라 지역 대류 난방기나 강제 송풍 난방기 설치

바닥용 대류 난방기와 강제송풍 난방기에 공급되는 온수난방계통(hot water heating system)과 환기장치의 입구 덕트의 가열코일은 겨울철에 실내온도를 22℃(72°F)로 유지시킬 수 있도록 설계한다.

9.4.3.1.1.2 원자로 보조건물 환기 계통

이 환기 계통의 주 목적은 다음과 같다.

가. 건물내 작업자에 대한 쾌적한 환경 제공

나. 건물내 기기로 부터 발생하는 열 제거

다. 오염 발생원이 될 수 있는 기기가 설치된 구역내 공기의 흐름 제어

라. 오염 가능지역내 배출공기의 여과 및 오염물질 제거 수단 제공,

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

발전소로 부터 과도한 방사능 유출방지

9.4.3.1.2 성능 요건

9.4.3.1.2.1 실외 설계온도

실외 설계온도 조건은 다음과 같다.

여름

건구 평균설계온도	34℃
습구 평균설계온도	27.5℃
건구 최고온도	38℃

겨울

건구 평균설계온도	-10℃
-----------	------

신선한 외기를 -10℃에서 13℃까지 예열하기 위하여 글리콜 예열 계통이 사용될 것이다.

원자로 보조건물, 제 2 제어지역 및 고압 비상노심냉각 탱크 건물의 실내 설계온도는 다음과 같다.

9.4.3.1.2.2 중앙 환기용 급기 계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

하계 최고온도	29℃	(통상 상주지역)
동계 최저온도	22℃, 상대습도 35%	(통상 상주지역)
하계 최고온도	40℃	(통상 비상주지역)
동계 최저온도	18℃	(통상 비상주지역)

나. 이 계통은 다음의 값으로 설계된다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 19

1999. 12. 30

- 79,000 CFM
- 298 Tons (냉방수 냉방)
- 5,632,000 BTUH (글리콜 난방)
- 1,755,500 BTUH (온수 난방)

더 낮은 온도가 요구되는 지역에는 지역 공기냉방기를 사용한다.

9.4.3.1.2.3 계측기 작업실 공기조화 계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

온도 20℃(68°F) ~ 25℃(77°F)

상대 습도 35% ~ 60%

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

- 17,030 CFM
- 58.75 Tons (냉방수 냉방)
- 95,640 BTUH (온수 난방)
- 128 kW (전기 덕트난방)

9.4.3.1.2.4 주제어실 공기조화 계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

온도 : 20℃(68°F) ~ 25℃(77°F)

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

- 31,670 CFM
- 83.13 Tons (냉방수 냉방)
- 224 kW (전기 덕트난방)

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.3.1.2.5 화학실험실 공기조화 계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

온도 : 20℃(68°F) ~ 25℃(77°F)

상대습도 : 35% ~ 60%

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

- 9,230 CFM
- 77.84 Tons (냉방수 냉방)
- 658,000 BTUH (글리콜 난방)
- 63.5 kW (전기 덕트난방)

19

9.4.3.1.2.6 제 2 제어실 난방 및 환기계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

온도 : 20℃(68°F) ~ 25℃(77°F)

상대습도 : 35% ~ 60%

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

- 4,000 CFM
- 9.5 Tons (DX 냉방)
- 19.5 kW (전기 난방코일)

다. 이 계통의 보조설비는 다음과 같다.

- 4,660 CFM
- 6.0 Tons (DX 냉방)
- 9.9 kW (전기 난방코일)

61

19

61

9.4.3.1.2.7 고압 비상노심냉각(HPECC) 탱크 건물 환기 계통

가. 이 계통은 건물의 환기를 통해서 통상 비상주 지역의 설계 조건을 맞추어준다.

하계 온도 최고 40℃

동계 온도 최저 18℃

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 5,000 CFM
- 100 kW (전기 난방기(electric unit heating))

9.4.3.1.2.8 냉각재 상실 사고후(post LOCA) 계기용 공기실 환기계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

- 이 계기용 공기실은 LOCA후 조건 기간동안에는 사용후 핵연료 저장조 배기여과계통에, 그리고 정상적인 조건의 기간동안에는 중앙 오염배기계통에 각각 연결되어 부압을 유지하여야 한다.

- 비상주 구역의 조건은 다음과 같다.

하계 온도 : 최고 40℃

동계 온도 : 최저 18℃

나. 이 계통은 정상적인 경우와 LOCA후의 경우에 각각 600 과 2100 cfm의 처리능력을 갖는다.

9.4.3.1.2.9 비상노심냉각펌프실, 비상노심냉각 열교환기실 및 제 2 원자로 정지계통 계기실 공기조화 계통

가. 이 계통은 다음의 실내조건을 조성한다.

하계 온도 최고 40℃(104°F)

동계 온도 최저 18℃(65°F)

나. 이 계통의 처리능력은 다음과 같다.

	비상노심냉각 펌프실	비상노심냉각 열교환기실	제2원자로 정지계통 계기실
부하 (ton)	6	12.6	2
순환량(cfm)	2750	6000	1700
보충량(cfm)	100	1410	200

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.3.1.2.10 화재 고위험 지역 연기제거 계통

다음 지역은 화재위험도가 평균보다 높다고 보아, 각각 시간당 10배의 공기교환을 할 수 있는 연기제거 계통을 설치하여야한다.

- 가. 케이블 출입실 ()
- 나. 케이블 출입실 ()
- 다. 새연료 저장실 ()
- 라. 원자로 건물 환기계통 기기실 ()
- 마. 주제어실 환기계통 기기실 ()

9.4.3.1.3 안전성 요건

주제어실 공기조화 및 여과계통, 사용후 연료 저장조 배기여과계통, 제 2 제어지역 공기조화계통, 그리고 고압 비상노심냉각 탱크건물 환기계통들은 안전범주 1(d)와 2(c)로 분류된다. 원자로 보조건물 환기계통의 나머지 부분은 안전설계지침 86-03650-SDG-001 "Safety Related Systems"의 요건에 따라 안전범주 1(d)로 분류된다. 이 HVAC계통은 발전소의 정상 운전중일 때와 안전관련계통의 안전기능이 요구되는 사고 중일 때에 이러한 안전기능을 유지하는 데 필요한 난방, 냉방, 환기 혹은 공기여과등을 제공할 수 있도록 설계되었다.

9.4.3.1.4 안전 설계 지침

이 계통에 적용할 수 있는 안전설계지침은 다음과 같다.

- 가. 86-03650-SDG-001 : Safety Related Systems
- 나. 86-03650-SDG-004 : Grouping and Separation (MCR)
- 다. 86-03650-SDG-005 : Fire Protection

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.3.1.5 규격, 표준 및 분류

이 계통에 적용할 규격 및 표준은 미국공기조화협회(ASHRAE)이며, 참고문헌 9.4-8 에 따르면 이 계통에는 규격분류가 없다.

9.4.3.2 계통 설명

일방향 조절 환기계통은 건물내 공기를 재순환 시키지 않고 새로운 공기를 계속 공급하는 방식으로 각 방에 적당한 온도와 습도를 유지한다.

처리된 신선한 공기는 저준위 방사선 구역에서 고준위 방사선 구역으로 강제순환되며 역류나 재순환의 가능성은 없다. 건물들은 잠재적인 오염 위험에 따라 3개의 구역으로 나뉜다.

- 제 1구역 : 방사능 발생원이 없고 항상 오염으로부터 안전.
- 제 2구역 : 방사능 발생원이 없고 보통 오염으로부터 무관하나 사람이나 기기의 이동에 따라 오염될 수 있음.
- 제 3구역 : 오염원 구실을 하는 기기가 있음.

37.2 m³/s (79.000 scfm)의 공기가 건물내부로 유입되며 필요에 따라 여과, 습도 및 온도조절을 한다.

오염의 위험성이 있는 구역에서 배출되는 공기는 필요시 주 배기덕트를 통해 대기로 배출하기 전에 여과시킨다. 오염의 위험성이 없는 구역에서 배출되는 공기는 주 배기덕트 또는 지붕의 배출구를 통하여 대기로 방출한다.

실험실, 계기 작업실에 대한 개별 공기조화계통은 통상적인 형태이지만 배출공기의 오염가능성이 있는 실험실의 특정구역에 설치된 배기덕트는 주 배기계통과 연결되어 있다.

9.4.3.3 공기 공급 계통

환기용 공기공급기는 공기여과기, 온도조절코일, 가습기 및 팬으로 구

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

성 되어있으며, 공기순환실에서 건물내 각 구역으로 공기를 공급하기 위한 덕트설비가 있다.

9.4.3.4 비오염 배기 계통

방사능 감시를 요하지 않는 다음 구역으로 부터의 배기공기는 별도의 배기덕트에 수집되어 지붕에 설치된 배기팬을 통하여 배출된다.

가. 새연료 저장실

나. 전동기 제어실

화장실, 탈의실, 주제어실 및 제어기기실 등에서 배출된 공기는 별도의 팬 및 지붕배출구를 통해 배출된다.

9.4.3.5 오염 배기 계통

이 계통에서는 방사능 오염 가능성이 있는 배기와 전단 여과기와 고효율 입자여과기(HEPA filter)와 방사능감시기를 거쳐야할 배기가 굴뚝을 통해 건물로부터 배출되기 전에 처리된다. 이 계통을 거쳐 배기되는 지역은 다음과 같다.

가. 원자로 건물 및 원자로 보조건물의 배기 설비실

나. 비상노심냉각펌프 지역

다. 방사성 폐기물 저장실

라. 환형기체 계통설비 지역(annulus gas equipment area)

마. 제염실

바. 사용후핵연료 저장조, 사용후핵연료 이송건물 및 차폐냉각 설비지역

사. 핵연료 교환기 보수실

아. 감속재 정화기기 지역

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

자. 중수 증기 회수 설비실

차. 원자로건물 내의 사용후 핵연료 방출조

상기 지역의 공기는 별도의 덕트계통에 수집되어 원자로 건물 및 원자로 보조건물 배기설비실로 보내진다. 이 배기장치에는 전단여과기, 고효율 여과기 및 100% 용량의 배기팬 2대 등으로 구성되어 있으며, 전단여과기와 고효율여과기는 팬의 상류측에 설치되어 있고 배기덕트를 우회하도록 배열되어, 배출공기에서 방사능이 감지되거나 지역감시기에서 방사능이 감지되는 경우에만 배기공기가 여과기를 통과하도록 설계된다.

9.4.3.6 사용후 핵연료 저장조 환기계통 및 사용후 핵연료 이송건물 환기계통

사용후 핵연료 저장조, 사용후 핵연료 이송건물, 사용후 핵연료 취급 및 검사구역에는 별도의 환기장치와 배기장치가 마련된다. 사용후 핵연료 저장조의 한쪽 끝 윗부분에 위치한 배기계통의 배기 덕트는 사용후핵연료 이송건물의 배기공기를 유입하여 사용후 핵연료 저장조 환기설비실로 연결된다. 이 환기설비실에는 전단여과기, 고효율여과기, 원격자동 탄소제거 가능한 개저식(hopper-type) 활성탄 흡착제, 2단계 고효율여과기 및 배기 팬으로 구성되어 있으며, 이곳의 팬에 의하여 배출된 공기는 배기덕트를 통해 대기로 확산 방출된다. 또한 제 2 원자로 정지계통 계기실의 공기도 이 계통을 통해 방출된다.

LOCA등의 비상운전기간에 PLIA실(S-006)의 공기는 사용후 핵연료저장조 배기여과계통을 통해 방출된다.

사용후 핵연료 저장조, 사용후핵연료 이송건물, 사용후 핵연료 취급 및 검사실에 공급되는 공기는 크레인홀과 원자로 건물 출입지역으로 부터 덕트 관통부를 통하여 공급된다. 사용후 핵연료 저장조와 부속구역의 압력은 주변보다 부압으로 유지하여 별도로 환기팬의 설치 필요성을 없애주고 공기의 역류가능성도 방지한다. 사용후 핵연료 저장조 배기시설의 용량은 약 $8.89 \text{ m}^3/\text{sec}(18,840 \text{ scfm})$ 이다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.3.7 원자로 보조 건물 공기 조화 계통

원자로 보조 건물은 항상 적절한 작업환경을 유지할 수 있도록 년 중내내 항상 공기조화 계통이 운전되어야 한다.

9.4.3.7.1 주제어실 공기조화 계통

2대의 100% 용량의 공기 조화기가 약 20℃(68°F) ~ 25℃(77°F)의 온도와 35% ~ 60%의 상대습도를 유지하도록 설치되고, 각 공기조화기에는 공기 여과기가 부착되어 있으며 충분한 환기를 위하여 최소한 10%의 신선한 공기가 흡입되어 재순환되는 공기와 혼합되도록 한다. LOCA 또는 어떠한 방사능 누출 기간 동안이라도 맑은 공기를 유지하기 위해 외부 공기여과기를 설치한다. 이 계통은 1개의 전단여과기와 2개의 고효율(HEPA) 여과기, 1개의 활성탄 여과기, 2대의 전동 댐퍼가 있는 하나의 여과기 우회 통로로 구성된다.

이 공기조화 계통은 통상적인 설계에 따랐으며 실내온도 조절기에 의해 조절되는 지역 전기식 가열 코일이 겨울철에 손실되는 열을 보상시켜주며, 필요시 적절한 온도로 공기를 재가열 시킨다. 주제어실의 냉방은 냉방수계통에 의한다. 주제어실 및 관련부속구역에 공급되는 냉방수는 3급 전원계통과 연결된 냉방기로부터 공급된다.

주제어실 공기조화 계통은 등급4 전원의 상실시에도 제어 기기의 과열방지를 위하여 계속 작동한다. (참고 문헌 9.4-10 참조)

9.4.3.8 계통 운전

9.4.3.8.1 정상 운전

난방 및 환기계통은 정상적인 발전소 조건에 따라서 운전된다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.8.3.2 비정상 운전

9.4.3.8.2.1 4급 전원 상실

4급 전원 상실시 다음의 환기계통들이 3급 전원에 의해 작동된다.

- 2개의 제어실 공기조화 및 여과장치
- 배터리실의 지붕 배기구
- 제 2 제어실의 패키지형 공기조화장치
- ECC펌프실과 ECC 열교환기실의 패키지형 공기 조화 장치(비상 전원 공급 가능)

9.4.3.8.2.2 냉각재 상실 사고

PLIA 실의 공기는 정상시 중앙 오염공기 계통으로 배출된다. LOCA경우에는 이 배출공기는 급속히 사용후 핵연료저장조의 배기여과계통으로 연결된다.

LOCA 동안 오염된 공기는 방출되며, 주제어실의 신선한 공기 보충은 공기여과장치를 통해 이루어진다. 전동배기팬퍼가 닫히므로써 주제어실의 정압을 유지한다.

9.4.3.9 안전성

9.4.3.9.1 중첩성

중요한 지역의 계통운전 능력을 보장하기 위하여, 다음 계통에는 100%의 예비설비가 있다.

- 중앙 오염배기 계통(2대의 100% 팬)

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 사용후 핵연료 저장조 환기계통(2대의 100% 팬)
- 주 제어실 공기조화 계통(2대의 100% 팬)
- 주 제어실 HVAC 여과장치(2대의 100% 팬)

각각의 팬이나 장치는 각 계통별로 독립된 3급 전원공급 모선으로부터 전력을 공급받는다.

9.4.3.9.2 내진 검증

원자로 보조건물의 HVAC계통의 지진 사고 후의 기능은 요구되지 않는다. 그러나 지진사고 동안이나 그 후에도 기능이 작동되어야 할 설비와 계통을 포함하는 지역에서는 기기와 덕트설비가 지진사고 후에 붕괴되지 않도록 설계되었다. CAN 3-N289.1-80 "General Requirements for Seismic Qualification of CANDU Nuclear Power Plants" 참조.

제 2 제어지역의 환기계통설계는 자연적인 수단이나 그외의 방법으로 지진발생 동안이나 그 후에 적절한 환기를 보장하여야 한다.

원자로 건물벽을 통과하는 덕트는 내진 검증이 요구된다. 원자로건물 구조의 외부에 있는 원자로건물의 확장부의 관통부로부터 원자로건물 격리댐퍼를 포함한 부분까지는 각각 설계기준지진(DBE) 범주 A와 B로 내진검증 되었다. 비상노심냉각 펌프실과 비상노심냉각 열교환기실의 패키지형 공기조화장치는 부지 설계지진(SDE) 범주B로 검증된다.

9.4.4 터빈건물 및 펌프하우스의 난방 및 환기계통

9.4.4.1 설계기준

9.4.4.1.1 기능 요건

터빈건물의 난방 및 환기계통은 터빈 보조건물과 부속건물을 포함하며

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

터빈설비와 관련하여 다음의 기능을 갖는다.

가. 발전소 운전에 필수적이거나 운전원이 상주하는 중요지역에 대해서는 실내온도를 $18^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 로 유지시키며 전기 기기실의 온도를 이같은 온도로 유지시키기 위하여 환기되는 공기의 일부분을 냉방수로 냉각시킨다.

나. 상당한 온도증가가 예상되고, 40°C 이상의 온도에서도 설비운전이나 운전원에 영향을 주지않는 지역에서는 최대 45°C 까지 일시적인 온도의 상승이 허용된다.

다. 기기나 저장지역에서 발생하는 유독가스 및 가연성 가스를 국지배출 및 비상배출시킬 수 있도록 한다.

라. 난방 및 환기 계통 설계시 터빈건물과 보조 건물 사이에는 분리벽을 설치한다. 이 벽은 터빈건물 내에서 주증기 배관이 파열될 경우에 보조 건물 내의 안전관련계통에 관련된 기기를 보호한다.

9.4.4.1.2 성능 요건

설외 설계조건은 9.4.3.1.2.1절에서 설명한 바와 같다.

터빈 건물과 펌프하우스 실내설계온도는 다음과 같다.

가. 발전소 운전 혹은 인간공학적인 편리상 중요 지역의 동계 최저온도.(터빈 건물내 전지역을 포함) : 18°C

나. 펌프하우스 내의 펌프실과 같이 동결방지만이 필요한 지역 : 7°C

다. 정비구역이나 운전층(operating floor)과 같이 발전소 운전 또는 인간공학적인 편리상 중요 지역의 하계 최고 온도 : 40°C

라. 터빈건물, 예비 디젤발전기실, 탈기기실, 보조 보일러실등 기타지역 : $42\sim 44^{\circ}\text{C}$

마. 전기 기기실, 수질검사용 시료채취실(water sampling room), 실험실, 사무실 : $25\sim 30^{\circ}\text{C}$

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

바. 동결방지만 요구되는 지역외의 펌프하우스내의 전지역 : 20℃

9.4.4.1.3 안전 요건

펌프하우스와 터빈건물 내의 공기조와 계통은 안전설계지침서 86-03650-SDG-001 "Safety Related System"의 요구조건에 따라 안전범주 1(d)로 분류되어 있으며, 발전소의 정상운전기간과 안전관련계통의 기능이 요구되는 사고기간동안에 안전기능을 유지하는데 필요한 난방 또는 냉방을 공급하도록 설계되었다.

9.4.4.1.4 안전 설계 지침

이 계통에 적용할 안전설계지침은 다음과 같다.

가. 86-03650-SDG-001 : Safety Related Systems

나. 86-03650-SDG-005 : Fire Protection

9.4.4.1.5 규격, 표준 및 분류

이 계통에 적용할 규격 및 표준은 미국 공기조화협회(ASHRAE)이며, 참고문헌 9.4-8 에 따르면 이 계통에는 규격분류가 없다.

9.4.4.2 계통 설명

터빈건물과 펌프하우스 내의 난방 및 환기가 필요한 지역은 다음과 같다. 환기속도는 열원이 있는 지역내의 허용온도에 따르며, 열원이 없는 지역은 환기될 지역에 따라 다른 0.5 내지 10의 시간당 공기교환 횟수에 기준하여 환기율이 결정된다. 환기해야할 지역은 일반적으로 다음과 같다.

가. 콘덴서 실과 터빈설치지역

나. 예비 디젤발전기실

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 24
2000. 4. 28

- 다. 급수펌프실
- 라. 압축기실
- 마. 냉방기실(chiller room)
- 바. 기기냉각수(recirculating water) 펌프실
- 사. 작업실
- 아. 급수저장탱크실
- 자. 탈기기실
- 차. 난방 장치(heating plant)
- 카. 전기 기기실내의 기기냉각
- 타. 펌프하우스 - 해수냉각수펌프 설치구역
- 파. 펌프하우스 내의 염소생산설비실(chlorination room)
- 하. 터빈 보조건물내의 기타구역

이상의 지역에 추가하여 냉방이 필요한 지역은 다음과 같다.

- 가. 인버터와 축전지실
- 나. 480볼트 스위치기어실
- 다. 케이블 트레이실
- 라. 13.8kV 및 4.16kV 스위치 기어실
- 마. 사무실, 실험실, 수질검사용 시료채취실(water sampling room)
- 바. 터빈 건물 승강기 기계실

공기조화 계통은 화재를 한 구역으로 제한하여 타 구역으로 확산되지 않도록 설계되었고, 또한 연기나 열의 발생이 사람에 의한 소화 활동에 지장을 줄 지역에서는 화재에 의한 연기나 열의 발생을 제거하도록 설계되었다.

9.4.4.3 계통 운전

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.4.3.1 정상 운전

환기계통은 정상적인 발전소 운전조건에서는 모두 가동된다.

9.4.4.3.2 비정상 운전

9.4.4.3.2.1 4급 전원 상실

4급 전원상실시에는 3급 전원에 의해 다음의 환기계통이 작동된다.

가. 주급수펌프와 기기냉각수 열교환기 지역

나. 공기압축기실

다. 예비 디젤발전기실

라. 냉방기실

마. 기기냉각수 펌프실

바. 인버터실

사. 13.8kV 및 4.16kV 스위치 기어실

아. 480V 스위치 기어실

자. 축전지실

차. 전기기기실내의 기기냉각

카. 터빈 보조건물의 배기팬

9.4.4.4 안전성

9.4.4.4.1 중첩성

특정 부품의 오동작은 발전소 운전에 뜻하지 않은 타격을 주므로 공기 조화계통 설계는 모든 기기들이 극한조건에서 동작되도록 가정하여 설계되었다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.4.4.4.2 내진 검증

터빈건물의 공기조화계통의 기능은 지진사고 후에 기능이 정지되어도 된다. 그러나 지진사고 동안이나 그 후에도 기능이 동작되어야 할 기기와 계통을 포함하는 영역에서는 기기와 덕트설비가 지진사고 후에 붕괴되지 않도록 설계되었다. CAN-3 N289.1-80 "General Requirements for Seismic Qualification of CANDU Nuclear Power Plants" 참조.

9.4.5 제 2 제어지역 환기 계통

제 2 제어지역에는 별도의 환기 계통이 설치되었다. LOCA가 시작되면서 방사성 기체가 방출되며, 제 2 제어 지역은 방사성 물질 농도가 낮아진 24시간 후에 처음 사람이 근무하므로 외부 보충공기의 여과장치는 설치되지 않는다.

9.4.6 참고문헌

- 9.4-1. 86-03650-SDG-001,Rev. 2 : Safety-Related Systems.
- 9.4-2. 86-03650-SDG-002,Rev. 2 : Seismic Qualification.
- 9.4-3. 86-03650-SDG-003,Rev. 2 : Environmental Qualification.
- 9.4-4. 86-03650-SDG-005,Rev. 2 : Fire Protection.
- 9.4-5. 86-03650-SDG-006,Rev. 2 : Containment Extentions.
- 9.4-6. 96-73120/67312-DM-000,Rev. 0 : Reactor Building Ventilation System.
- 9.4-7. 86-73110/67311-DM-000,Rev. 0 : Reactor Building Cooling System.
- 9.4-8. CAN3-N285.0-M81, "General Requirements for Pressure Retaining Systems and Components in CANDU Nuclear Power Plants".
- 9.4-9. ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Section III).
- 9.4-10 8600-73400-0001-00-DM-A : Service Building Heating, Ventilating and Air Conditioning Systems.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

표 9.4-1

원자로건물 환기계통의 공기분배 및 공기교환비

실번호	공급실 (높이) (Room service)	공급/회수	풍량 (scfm)	시간당 환기공기* 교환회수
매우 낮은 방사능 구역				
■	■	회수	500	2
■	■	공급	500	2
■	■	회수	600	2
■	■	공급	1500	2
■	■	회수	600	2
■	■	회수	300	2
낮은 방사능 구역				
■	■	공급	1000	
		회수	1000	
■	■	회수	800	4
■	■	회수	1100	4
■	■	회수	1100	4
■	■	회수	200	4
■	■	회수	200	4
■	■	공급	1950	4
■	■	공급	2050	4
■	■	회수	300	4
■	■	회수	300	4

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

표 9.4-1 (계속)

원자로건물 환기시스템의 공기분배 및 공기교환비 (계속)

실 번호	공급실 (높이) (Room service)	공급/회수	풍 량 (scfm)	시 간당 환기공기* 교환회수
<div></div> <div></div>	<div></div> <div></div>	공급 및 회수	500	5
		공급 및 회수	500	6
감속재 방사능 구역				
<div></div> <div></div>	<div></div> <div></div>	공급 및 회수	1500	10
		공급 및 회수	1500	10

* 각 그룹별 실들의 대략적인 시간당 공기교환 횟수. 각 그룹내의 실들은 서로 통해 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

표 9.4-2

지역공기냉각기(LAC)의 성능특성

설명과 번호	A or I*	냉각 기 수	냉각기용량 (각각)** kW(Btu/h)×10 ³	풍량(각각) m ³ /s (ft ³ /min)	외부정압 mm WG (in WG)	냉각수 (각각)** L/s(Igpm)	전원 (등급)
방사능감시실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
방사능감시실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
냉각재보조실	A	1	18.2(62)	1.42(3000)	19(0.75)	0.9(12)	IV
냉각재보조실	A	1	18.2(62)	1.42(3000)	19(0.75)	0.9(12)	IV
냉각재보조실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
냉각재보조실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
냉각재보조실	A	1	18.2(62)	1.42(3000)	19(0.75)	0.9(12)	IV
핵연료장전기 보조실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
핵연료장전기 보조실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
핵연료장전기 보조실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
전 송 기 실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV
전 송 기 실	A	1	11.7(40)	0.92(1940)	19(0.75)	0.6(8)	IV

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

표 9.4-2

지역 공기냉각기(LAC)의 성능특성 (계속)

실명 과 번호	A or I*	냉각 기 수	냉각기용량 (각각)** kW(Btu/h)x10 ³	풍량(각각) m ³ /s (ft ³ /min)	외부정압 mm WG (in WG)	냉각수 (각각)** L/s(Igpm)	전원 (등급)
핵연료 장전기실 [redacted]	I	4	a)246.1(840) b)6,047 (20,630)	19.31 (40,900)	19(0.75)	0.6(8)	Ⅲ
핵연료 장전실 [redacted]	I	4	a)246.1(840) b)6,047 (20,630)	19.31 (40,900)	19(0.75)	0.6(8)	Ⅲ
증기 발생기실 [redacted]	I	8	a)183.1(625) b)4,500 (15,350)	18.88 (40,000)	19(0.75)	0.9(12)	Ⅲ
중수충수펌프실 [redacted]	A	1	70.3(240)	5.85 (22,400)	19(0.75)	0.9(12)	Ⅳ
감속재실 [redacted]	I	2	58.6(200)	4.62 (9,750)	19(0.75)	0.6(8)	Ⅳ
감속재 격실 [redacted]	I	2	14.6(50)	1.15 (2,440)	19(0.75)	0.6(8)	Ⅳ
핵연료장전기 운전실 [redacted]	A	1	18.2(62)	1.42 (3,000)	19(0.75)	0.9(12)	Ⅳ
핵연료장전기 운전실 [redacted]	A	1	18.2(62)	1.42 (3,000)	19(0.75)	0.6(8)	Ⅳ

A - 출입 가능 지역
I - 출입 불가능 지역

** 정상운전시 기기 냉각수를 지역 공기 냉각기 LAC 1 에서 LAC 16까지와 LAC 26에서 LAC 29까지 보내고, 냉방수를 LAC 17에서 LAC 25까지와 LAC 30에서 LAC 35까지 보낼 때의 냉각 용량임 (LAC 9와 LAC 10은 기기 냉각수와 냉방수에 모두 연결되어 있음)

- a) 정상 조건
b) 최대 사고 조건 (주중기관 파손 + 살수상실)



한국전력공사
월성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 건물 환기

그림 9.4-1





한국수력원자력(주)
원성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 보조전원 주재이설 완기 계통

초용도

그림 9A-3



한국수력원자력(주)
원성원자력 3.4호기
허용 안전성 분석 보고서

원자로 보조건물 주요 환기 개통 흐름도

그림 9.4-4

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.





한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

3호기 원자로 보조전원 환기 계통 효용도(2/2a)

그림 9.4-5

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.





한국수력원자력주식회사
월성3,4호기 최종안전성분석보고서

원자로 보조건물 환기 계통 흐름도(2/2) b

그림 9.4-5

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국전력공사
원성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

소방 및 비상수 공급 펌프하우스와 EPS의

난방 및 환기계통 흐름도

그림 9.4-6



한국전력공사
원성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

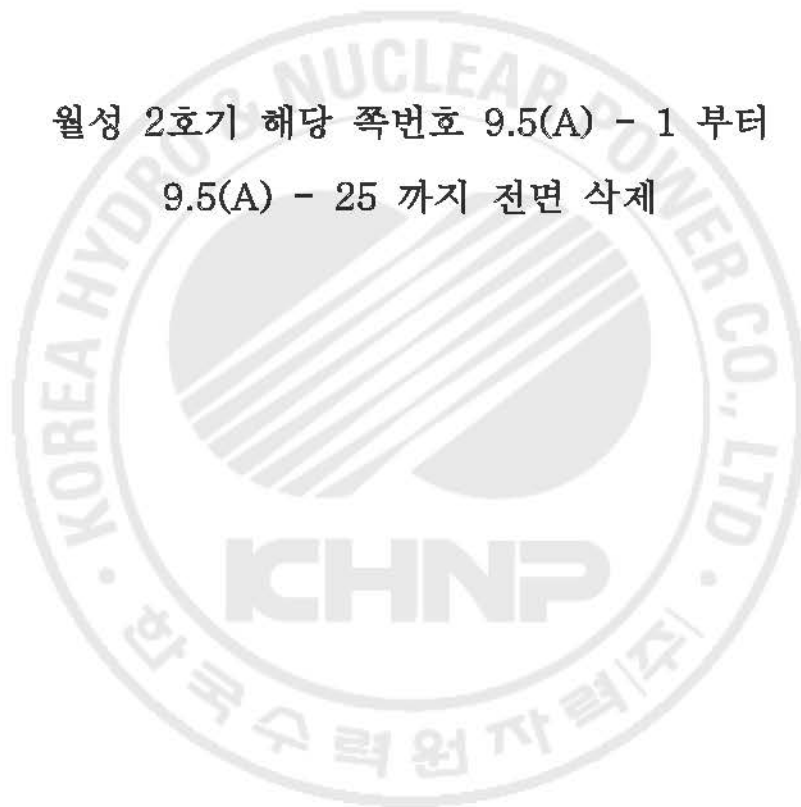
터빈 건물 및 펌프하우스의 난방 및 환기

계통 흐름도

그림 9.4-7

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

월성 2호기 해당 쪽번호 9.5(A) - 1 부터
9.5(A) - 25 까지 전면 삭제



월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5 중수관리

102

9.5.1 개 요

중수는 CANDU형 원자력발전소 운전상 중요하며 다음과 같은 계통들에 의해 관리된다.i

- 중수공급계통
- 중수증기회수계통
- 중수세정계통
- 중수승급계통i

중수공급계통은 중수를 받아 저장하고 감속재계통이나 냉각재계통으로 초기중수를 위해 보내지도록 설계된다. 또한 4개의 저장탱크는 보수를 위해 배수가 요구될 때 감속재나 냉각재계통의 재고량을 저장할 수 있다. 이 탱크들은 정상 원자로 운전동안 높은 농도의 중수를 저장한다. 중수공급계통은 삼중수소제거설비로 중수를 보내고 삼중수소가 제거된 중수를 다시 받는다.

90

원자로건물은 운전중이나 정지보수 기간중에 중수증기나 액체누설이 가능한 계통과 기기가 설치되어 있는 여러가지 운전영역과 접근 가능한 보조 영역들을 포함하고 있다. 중수증기회수계통은 기체상태의 경수/중수 누설을 제거하고 중수회수를 위하여 경수/중수 응축수를 중수세정계통과 승급계통으로 보냄으로써 이 영역내의 공기를 건조시킨다.i

정상운전중에 중수는 누설 및 넘침 형태로 누설되어 중수증기 회수계통과 중수수집계통에 의해 수집된다. 또한 이온교환 수지의 중수화 및 탈중수화 기간중에 중수는 저등급화된다. 중수세정계통은 회수된 중수로부터 용해된 미립자와 유기불순물을 제거하고 중수승급계통의 승급과정에 적당한 생산물을 생산하도록 설계된다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

CANDU 가압중수계통에 있어서 냉각재계통과 감속재계통의 중수는 경제적인 이유로 높은 농도의 순도를 유지하도록 되어있다. 특히 감속재에 있어서는 농도가 조금이라도 떨어지면 비경제적인 운전을 초래하게 된다. 중수승급계통은 높은 농도로 승급하는데 이용된다.i

중수공급, 세정 및 승급계통은 3, 4호기 공용계통들이다. 이 계통들의 모든 주요기기 (펌프, 탱크, 이온교환기, 여과기등)는 3, 4호기 공용으로 사용되도록 설계된 배관과 밸브들과 함께 3호기에 위치한다.i

9.5.2 중수공급계통

9.5.2.1 설계기준

9.5.2.1.1 기능요건

중수공급계통의 기능요건은 다음과 같다.i

- 가. 드럼(drum)으로부터 공급탱크로 새로 유입되는 깨끗한 중수를 수송하고 저장하여 3, 4 호기중 필요한 호기의 원자로 계통으로 보낸다.
- 나. 3, 4호기중 선택된 원자로계통으로부터 과잉 중수를 필요시 공급탱크로 배수 시킨다.i
- 다. 냉각재계통 중수 (낮은 삼중수소 농도)와 감속재계통 중수 (높은 삼중수소 농도)의 최대한 분리상태를 유지시킨다.i
- 라. 정상운전중의 중수 재고량과 별도로 하나의 냉각재계통이나 하나의 감속재 계통으로부터 보수를 위해 배수된 중수를 저장할 수 있어야 한다.
- 마. 중수공급탱크 내의 중수를 삼중수소제거설비로 중수를 공급 하고 삼중수소가 제거된 중수를 다시 받는다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.2.1.2 안전요건

102

이 계통에 적용가능한 안전설계지침서는 다음과 같다

- 가. 86-03650-SDG-002 : "Seismic Qualification" (참고문헌 9.5-1),
원자로건물 확장부에만 적용
- 나. 86-03650-SDG-003: "Environmental Qualification"
(참고문헌 9.5-2);
- 다. 86-03650-SDG-006: "Containment Extensions" (참고문헌 9.5-3);

중수공급계통은 원자로건물 경계의 건전성을 유지하는 것 외에는 어떠한 안전관련 기능도 수행하지 않는다.

중수공급계통은 내진검증되어 있지 않다. 이 계통은 지진이 발생 중이거나 발생후 즉시 작동하도록 요구되지 않는다. 이 계통의 건전성이 파괴되어도 소외의 심각한 방사선 장애는 발생하지 않을 것이다. 그러나, 원자로건물 확장부는 설계기준지진 (DBE)으로 내진검증되어야 하며, 또한 참고문헌 9.5-3과 9.5-4의 요건을 만족시켜야 한다.

중수공급계통의 원자로건물 격리밸브들은 냉각재상실사고 (LOCA)에 의한 열악한 환경조건을 견디도록 검증되어야 한다.

정상운전 조건하에서 공급탱크내의 유일한 방사성 핵종은 삼중수소이다. 삼중수소에 대한 차폐는 요구되지 않는다. 그러나, 냉각재계통의 배수가 필요하다면 탱크에는 적은 양의 방사성 핵분열 생성물을 포함하게 된다. 따라서, 탱크가 위치한 방은 콘크리트 차폐벽을 갖추어야 한다.

9.5.2.1.3 적용 규격, 표준 및 등급 분류

102

중수공급계통은 밸브 7314-PV21과 -PV22로 경계되는 원자로건물

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

확장부와 드럼 설치장소를 제외하고는 참고문헌 9.5-3에 따라 등급 3으로 분류된다. 확장부와 밸브는 참고문헌 9.5-5와 9.5-6에 따라 등급 2로 분류된다. 관통 배관과 원자로 건물 구조물 사이의 밀봉판은 등급 4로 분류된다. 드럼 설치장소 부분은 등급 6으로 분류된다.i

9.5.2.2 계통설명

102

중수공급계통은 중수의 중앙저장소이다. 이 계통 자체는 관련 밸브들, 투시경, 가요성호스 집합체과 배관 (그림 9.5-1)과 계통흐름도 (8603-38110-1-1-FS-E (그림 9.5-6)및 8604-38110-1-1-FS-D (그림 9.5-7)참조) 뿐만 아니라 4개의 공급탱크, 2개의 펌프, 4개의 탱크 중 어느 하나로 부터 액체시료를 제공하는 시료채취장으로 구성되어 있다. 이 계통은 정상시 닫혀있는 격리밸브를 통해 서로 연결될 수 있는 독립적인 2개의 루프로 분리되어 있다. 계통의 분리는 삼중중수소 농도에 관한 것으로써 감속재계통의 높은 삼중중수소 농도로부터 냉각재계통의 낮은 삼중중수소 농도로의 삼중중수소화된 중수의 원하지 않은 이동을 막기위한 것이다.

이 계통은 3, 4호기 모두 이용되는 공용계통으로, 즉 또한 중수공급계통의 기기는 3호기에 위치하지만 4호기와 공유하게 된다.

펌프는 중수를 양 호기의 감속재계통, 냉각재계통과 중수화/탈중수화 계통 및 삼중중수소제거설비로 공급하는 데 이용된다. 이 펌프는 또한 주사기 시료채취장을 통해 시료를 채취하기 전에 탱크를 통해 재순환 흐름을 형성시킨다.

90

새로운 중수는 가요성호스를 탱크입구 모관에 연결함으로써 드럼으로부터 중수 보충장소를 통해 저장탱크로 첨가된다. 중량계는 드럼에서 중수공급계통으로 추가되는, 또는 중수공급 계통에서 드럼으로 이송되는 중수의 재고량을 유지시키는 데 이용된다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

3, 4호기 칼란드리아로부터의 중수는 3호기 저장탱크로 중력에 의해 혹은 주감속재 펌프를 사용하여 수송될 수 있다. 중수는 3, 4호기 냉각재 저장탱크로부터 중력에 의해 3호기 저장탱크로 이동될 수 있다. 삼중수소의 농도차로 인해 감속재 중수와 냉각재 중수의 혼합을 방지하는 것은 중요하다.

공급탱크 수위측정을 위한 제어회로는 운전원이 저수위 경보 발생 시 수송펌프의 작동을 중지시킬 수 있게 하고 고 수위 경보발생시에는 공급탱크에 중수의 충수를 중지하도록 한다. 공급탱크의 고·저수위 경보는 현장제어반과 제어실에 설치된다.

탱크의 수위는 차압전송기에 의해 측정된다. 전송기 신호는 제어실과 현장에 설치된 수위지시기로 전송된다.

펌프 도출압력은 측정되고 현장에서 지시된다.

중수공급계통의 모든 기기들은 에틸렌 - 프로필렌(EP) 고무로 된 밸브 다이어프램을 제외하고는 모두 스테인레스강으로 제작된다.

9.5.2.3 기기설명

9.5.2.3.1 중수공급탱크

전체용적 284 m^3 ($10,000 \text{ ft}^3$)인 4개의 동일한 공급탱크들이 설치된다. 탱크 TK1과 TK2는 저준위 삼중수소 중수저장에 이용되고 탱크 TK3와 TK4는 고준위 삼중수소 중수저장에 쓰인다. 모든 탱크들은 3호기에 위치한다.]

공급탱크는 서로 연결된 과유량용 배관이 갖추어져 있어 중수증기 회수계통에 심각한 영향을 미치지 않는 과유량 보호기능을 보유한다. 과유량용 배관은 배기관보다 낮은 위치에 설치함으로써 탱크간의 과유량으로 인한 배기관이 범람되지 않도록 한다.]

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

고준위 삼중수소와 저준위 삼중수소 탱크의 배기를 분리시키기 위해 이 탱크들은 중수증기 회수계통으로 분리되어 환기된다.

9.5.2.3.2 중수공급펌프

102

2개의 동일한 100% 용량의 펌프가 설치된다. 2개의 펌프는 3호기에 위치한다. 각 펌프는 내부재질이 스테인레스강으로된 봉입, 원심형이다. 펌프는 약 10시간내에 칼란드리아나 냉각재계통을 채울 수 있는 크기이다.;

펌프에 다중성을 제공하여 하나의 펌프 손상시 다른 하나가 보조할 수 있고 또한 고준위와 저준위 삼중수소수의 분리를 용이하게 할 수 있다. 하나의 펌프가 손상되면 다른 펌프의 밸브를 즉시 연결하여 해결할 수 있다.

9.5.2.4 계통운전

102

운전을 시작하기 전에 모든 수동격리밸브가 정상운전 위치에 있는가, 수송펌프가 올바른 운전을 위해 있는가 및 전원과 계기용 공기공급의 이용도 등을 점검하고 모든 제어장치와 계기가 정확하게 동작하는가를 확인해야 한다.;

9.5.2.4.1 드럼간 중수의 이송

102

드럼에서 계통으로 첨가된 중수는 삼중수소를 포함하고 있지 않기 때문에 저준위 삼중수소 공급탱크로 수송된다. 드럼으로부터의 중수 장입은 드럼, 계기용 공기 공급장치와 공급탱크간에 적당한 가요성호스를 연결하여 이루어진다. 계기용 공기 압력을 이용하여 중수가 드럼에서 탱크로 흐르도록 한다. 중수 흐름이 투시경에서 더이상 관찰되지 않을 때, 드럼출구 배관과 계기용 공기 배관에 있는 밸브를 잠그고 드럼에 차있는 공기를 환기한다.;

냉각재계통이 완전히 배수되는 경우에는 고준위 및 저준위 삼중수

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

소의 혼합을 방지하기 위해서 사전에 고준위 삼중수소탱크 TK3와 TK4를 드럼으로 배수시킬 필요가 있다. 마찬가지로 저준위 삼중수소탱크 TK1과 TK2는 반드시 감속재 계통을 완전히 배수시키기 전에 배수되어야 한다.i

공급탱크에서 중수를 드럼으로 수송하기 위해 2개의 드럼을 중량계에 올려놓은 뒤 공급탱크와 드럼을 연결한다. 밸브조작에 의해 적절한 회로가 형성되면 펌프에 의해 중수가 탱크에서 드럼으로 수송된다. 드럼이 중수로 가득 찼을 때 밸브를 다시 원래 위치로 잠근 후 배관에 남아있는 잔류량을 배수한다. 중수로 가득찬 드럼을 빈 드럼으로 교체하고 공급탱크를 완전히 비울때까지 위의 과정을 반복한다.i

9.5.2.4.2 승급설비로부터의 중수 수송i

102

중수는 승급계통으로부터 중수공급계통으로 수송된다. 승급계통으로부터의 중수는 승급계통 펌프를 거쳐 저준위 삼중수소 탱크나 고준위 삼중수소 탱크로 수송된다.i

9.5.2.4.3 중수화/탈중수화 헤드탱크(head tank)로의 수송i

102

중수를 중수화/탈중수화 헤드탱크로 수송하기 위해 관련 회로에 설치된 밸브들을 열어 연결시킨다. 저준위 삼중수소 탱크로부터 중수는 냉각재 중수화/탈중수화계통으로 보내진다. 반면 고준위 삼중수소중수는 감속재 중수화/탈중수화 계통으로 보내진다. 이러한 수송은 중수공급계통의 이송 펌프를 사용하여 이루어진다.

9.5.2.4.4 중수저장, 수송 및 회수계통간의 수송i

102

냉각재계통으로부터 중수 누설이 발생하면 중수공급계통으로부터

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

중수 저장, 수송과 회수계통으로의 중수 수송이 필요하게 된다. 관련 회로의 밸브를 열고 연결되고 펌프를 수동으로 가동시킨다. 중수가 충분히 수송되었다고 판단되었을 때, 펌프를 정지하고 밸브는 원래 위치로 잠근다.;

냉각재계통의 배수를 필요로할 때, 중수는 중수 저장, 수송 및 회수계통으로 부터 중수공급탱크로 수송된다. 2개의 저준위 삼중수소탱크의 용량이 부족하면, 고준위 삼중수소탱크를 우선 배수시켜 중수 저장, 수송과 회수계통으로부터 중수를 수집하는 데 이용한다.;

9.5.2.4.5 감속재 계통간의 수송;

102

고준위 삼중수소 탱크로부터 중수는 3호기나 4호기 감속재계통으로 공급된다. 관련회로의 밸브를 열어 연결한 후, 수송펌프를 수동작으로 작동시킨다. 중수가 수송되면 펌프는 정지되고 밸브는 원래 위치로 잠긴다.;

감속재계통이 완전 배수되는 경우, 저준위 삼중수소탱크는 우선 드럼으로 배수되어야 한다. 중수가 충분히 배수되었을 때 감속재계통으로부터 공급계통으로의 배수를 허용하는 밸브들은 잠긴다.

9.5.2.4.6 삼중수소제거설비로의 중수이송

102

삼중수소제거설비로의 중수공급은 중수공급펌프를 이용한다. 중수공급펌프 토출측에 설치된 삼중수소제거설비 중수공급배관과 펌프재순환배관의 밸브를 열고, 여타계통 및 회로는 차단한 뒤 펌프를 수동으로 작동시킨다. 삼중수소제거설비로부터 중수를 받을 때는 삼중수소제거설비의 이송펌프를 이용한다.

90

9.5.2.5 안전성 측면

102

중수공급계통은 원자로건물 경계의 건전성을 유지하는 것을 제외하고 어떠한 안전관련 기능도 수행하지 않는다.;

중수공급계통은 밸브 7314-PV21와 7314-PV22에 의해 경계되는 원자로 건물 확장부를 제외하고 캐나다 건축물규격 (NBCC) 의 최저기준을 만족시키도록 설계된다. 확장부와 밸브들은 설계기준 지진 범주 ‘A’ 와 ‘B’ 를 각각 만족하도록 설계되고 또한 참고문헌 9.5-3과 9.5-4의 요건을 만족한다.;

원자로건물 격리밸브들, 7314-PV21과 PV22는 유체 배관에 원자

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

로건물 격리를 제공하고 냉각재상실사고에 따른 열악한 환경조건에 견디도록 환경 검증된다.i

9.5.3 중수증기 회수계통

102

분리된 4개의 중수증기회수계통은 운전중이거나 정지보수기간 중에 중수 누출이 가능한 원자로건물 내부지역들을 건조하게 유지시킨다. 4개의 계통들은 각기 다른 중수와 삼중수소 농도에 따라 분류되는 아래에 열거된 5개의 다른 지역을 담당하고 단일폐회로를 구성한다. 각계통에는 불필요한 저등급화와 삼중수소 오염을 방지하기 위해 분리된 중수회수와 수집기들이 설비되어 있다. 본 계통의 계통흐름도 8603-38310-1-1-FS-E (그림 9.5-8) 및 8604-38310-1-1-FS-E (그림 9.5-9) 를 참조하도록 한다.

- 가. 핵연료장전실i
- 나. 핵연료교환보조실과 접근가능지역
- 다. 감속재 기기 격실i
- 라. 증기발생기실i
- 마. 보조건물지역 : 중수관리영역(3호기에 한함) 감속재 정화실i

9.5.3.1 설계기준

102

9.5.3.1.1 기능요건

- 가. 지역내의 누설중수의 회수와 지역으로부터 배기 또는 증기 탈출로 인한 중수손실을 감소시킴.
- 나. 인접한 접근구역에 오염확산과 발전소요원에게 내부피폭율을 최소로 하기 위해 건조지역내의 삼중수소 방사능을 감소시킴.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 2

1996. 10

- 다. 사소한 우발적인 계통고장, 일시적으로 높은 누설률후 또는 정지 및 일상적인 정비전에 건조영역의 폐회로 오염제거.
- 라. 핵연료장전실로부터 접근 구역인 R-301로 많은 삼중수소 공기가 이동하는 것을 억제시킴;
- 마. 공기나 경수가 중수영역으로 누설됨으로써 발생하는 중수의 농도저하를 최소화함.
- 바. 냉각재상실사고에 따른 격납건물 압력을 필요시 더욱 낮추고 원자로건물의 세정을 가능토록 함.
- 사. 증기발생기실의 출입을 가능케 함.

9.5.3.1.2 성능요건

핵연료장전실, 핵연료교환기 보수실 및 접근구역, 감속재 기기 격실, 그리고 감속재 정화실을 위한 건조기는 최소한 1시간 동안 정격 공기유량과 37.8 °C (100°F) 의 포화 습공기 입구상태로 최저 5.6 °C (10°F) 의 노점강하를 가져올 수 있도록 설계되어야 한다. 4개의 증기회수계통에 대한 추가적인 성능요건은 다음 절에 기술된다.

9.5.3.1.2.1 핵연료 장전실의 증기회수계통

- 가. 이 계통에 의해 공급받는 모든 지역의 실내 노점온도를 정상운전 및 경수와 중수의 합친 총누설율이 14 kg/h (30 lbs/h) 조건하에서 약 -17.8 °C (0°F) 로 유지시킨다.
- 나. 누설율이 커지게 되면 실내노점온도는 높아진다. 그러나 계통 및 기기는 최대 누설율이 72 kg/h (160 lbs/h) 가 되고 그로 인한 실

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

내 노점온도가 약 3.3°C (38°F)가 되는 일시적 운전기간중 계속적인 건조작업을 제공할 능력을 가져야한다.]

9.5.3.1.2.2 증기발생기실 증기회수계통

102

가. 중수내 2 Ci/kg의 비방사능을 갖고 증기발생기실에서 175 cm^3 /일 보다 많지않은 중수누설 조건하에서 공기내 최대허용농도가 최대 2.64 DAC 만큼 되도록 유지한다.

140

나. 증기발생기실 건조기는 총수분흡착율이 350 cm^3 /일 이고 약 -52°C (-62°F)의 노점온도에서 건조공기를 공급할 수 있도록 설계되어야 한다.]

9.5.3.1.2.3 핵연료교환기 보수실과 접근구역 증기회수계통

102

이 계통에 의해 공급되는 구역은 특히 핵연료교환기 보수실은 보수정비를 목적으로 원자로 운전중에 가끔 사람의 출입을 필요로 한다. 이 계통의 성능 요건은 다음과 같다;

가. 핵연료 교환기 운전지역으로부터 이 보수실을 차단시키는 차폐문이 닫힐 때 핵연료교환기 보수실(R-103과 R-104) 가운데 어느 한 실에서의 대기의 노점온도를 -17.8°C (0°F) 에서 약 -34.4°C (-30°F) 로 낮춘다. 이러한 조건에서 보수실 하나의 중수누설율은 0.125 kg/h 로 추산된다.]

나. 이 계통에 의해 공급되는 모든 다른 지역의 총 중수이탈율이 1.0 kg/h 인 상태하에서 연속적이고 중단되지 않은 기준으로 정상운전설계 노점온도가 약 -34.4°C (-30°F)로 유지되게끔 한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 다. 이 계통과 관련기기는 회수된 중수가 공용탱크로 수집되는 것을 제외하고는 다른 증기회수계통의 어느것과도 서로 완전히 독립적으로 운전되어야 한다.;

9.5.3.1.2.4 감속재 기기 격실 증기회수계통

102

감속재 기기는 중수와 경수의 누설율을 변화시키기 쉽다. 지역으로부터 회수된 중수의 저등급화 영향으로, 그리고 냉각재계통의 중수와 비교할 때 감속재 중수의 비교적 높은 삼중수소 방사능 (즉, 수명말기 (maturity) 의 상태에서 약 70 Ci/kg대 2.0 Ci/kg) 때문에 격실이 감속재 기기 주위에 설치되고 밀폐된 공간을 건조시키기 위하여 별도의 증기회수계통이 설치된다.;

이 계통에 대한 공정요건은 다음과 같은 일련의 설계변수에 기초하고 있다.;

- 가. 다른 어느 증기회수계통과도 완전히 독립된 밀폐된 공간을 연속적이고 중단되지 않게 건조시킴.;
- 나. 중수관리지역(단지 3호기만 해당됨)과 감속재 정화실이 있는 다른 2개의 보조건물지역에 건조수단을 제공해야 함.;
- 다. 중수/경수를 합한 증기회수율을 2.5 kg/h로 하여 밀폐된 공간을 약 -17.8 °C(0°F) 의 노점온도로 유지시킴.;

9.5.3.1.2.5 감속재 정화실

102

이 지역은 그곳의 대기를 (중수화 및 탈중수화 지역)과 공유하고 있는 보조건물실 로 구성된다.

이 곳에는 이온교환기 정비나 공기내 삼중수소의 고준위 동안에 많은 양의 중수가 누설되기 쉽다.;

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

이 계통의 공정요건은 다음과 같은 사항에 기초한다.i

- 가. 방호복을 입지않는 보수 작업자의 연장근무에 적절한 수준으로 삼중수소 농도를 감소시킴. (2 MPC(a)로 낮춤)i
- 나. 감속재 기기 격실과 동일한 건조기를 통해 밀폐된 공간을 건조시켜 $-70^{\circ}\text{C}(-94^{\circ}\text{F})$ 의 노점을 유지시킴.i
- 다. ■■■ 실의 보수 계획에서 요구되는 바와 같이 가변 공기건조율을 고려함.i

9.5.3.1.2.6 중수관리구역 (S-015 실, 3호기만)

중수관리구역 (S-015실)은 보조건물내에 위치한다. 월성 1호기에서는 드리밍(drumming) 기간중에 이 구역에서 삼중수소 방사능을 측정하였다. 계통공유로 2호기 및 4호기의 중수관리 구역은 제거되었다. 따라서 이 변경은 3호기에만 적용된다.

중수관리구역에 대한 공정요건은 다음과 같다.

- 드리밍 (drumming) 중에 S-015실 에서의 삼중수소 방사능 준위를 합리적 최소가능 방사선 피폭기준(ALARA)으로 낮추어야 한다.
- 침투 중수증기 회수율이 0.145 kg/h 정도 되도록 밀폐공간 (enclosed volume) 을 건조시켜야 한다. (드리밍 중에 월성 1호기 S-015실에서 중수 누설예상치 및 방사능 측정치에 근거)
- -50°C 의 이슬점을 유지하도록 하여야 한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.3.1.3 안전요건

102

이 계통에 적용가능한 안전설계 지침서는 다음과 같다.i

가. 86-03650-SDG-002: "Seismic Qualification", Rev.2

(참고문헌 9.5.-1 참조), 원자로 건물연장부에 대해서만 적용j

나. 86-03650-SDG-006: "Containment Extensions", Rev.2

(참고문헌 9.5-3참조)

중수증기회수계통은 원자로건물 경계부분의 건전성을 유지하는 것을 제외하고는 어떤 안전관련 기능을 수행하지 않는다.

원자로건물 벽의 안쪽면으로 부터 원자로건물 격리 댐퍼까지의 (원자로건물 격리댐퍼 포함) 덕트 부분은 설계기준지진에 대하여 내진 검증이 되어야 한다. 원자로건물확장부도 역시 참고문헌 9.5-3 및 9.5-4의 요건을 만족시켜야 한다.i

이 계통의 나머지 부분에 대하여는 내진검증이 요구되지 않는다.i

9.5.3.1.4 적용규격, 표준 및 등급분류

102

탱크와 건조기는 참고문헌 9.5-5에 따라 등급3으로 분류된다. 예외적으로 원자로건물 격리밸브 및 연결덕트, 매립물은 각각 등급2와 등급4로 분류된다. 배관 및 덕트규격 분류는 다음과 같다.i

가. 원자로건물 벽내에 있는 모든 덕트 및 이음쇠들은 참고문헌 9.5-7에 따라 표준(비원자력) 덕트로 분류된다.i

나. 원자로건물벽의 안쪽면으로부터 건물벽을 통과하여 원자로건물 격리 댐퍼까지(격리댐퍼포함)의 덕트 부분은 등급2로 분류된다.i

다. 원자로건물 격리댐퍼로부터 건조기에 이르는 모든 덕트 및 배관은

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

등급3으로 분류 된다.i

라. 건조기 배출구를 원자로건물 환기 배출덕트에 연결하는 덕트는 참고문헌 9.5-7에 따라서 표준(비원자력)덕트로 분류된다.i

9.5.3.2 계통설명

그림 9.5-2는 중수증기회수계통의 흐름도이다.i

건조기, 램퍼 및 덕트로 구성된 4개의 분리된 계통이 설치되어 있다. 3조의 중수수집탱크, 이송펌프 및 관련 배관이 또한 설치된다. 증기회수 기기가 원자로보조건물에 설치되어 있으며 예외적으로 접근 가능한 증기발생기실 건조기가 증기발생기실에 위치한다. 기기성능 사양, 설계유량 및 조건은 현재 설치되어 있는 CANDU 6와 같다.

흡착수의 증기회수는 건조기 용기 위에 위치한 재가동 복수기에서 이루어진다. 그리고 이 물은 원자로보조건물에 위치한 일련의 수집탱크 중 하나에 수집된다. 회수된 중수는 그때에는 중수세정공급탱크로 이동되는 데 이곳에서 저등급화된 정도 및 삼중수소 방사능 (냉각재 또는 감속재) 에 따라서 회수된 중수가 분리된다. 중수관리는 또한 중수 증기회수율의 지속적인 측정이 가능한 기기를 필요로 한다.

중수증기회수계통에 관계되는 제어루프는 다음의 방법으로 운전된다.

가. 각각의 건조기 제어는 현장제어반과 제어기기실의 제어반에서 이루어진다.

나. 이송펌프 및 공기작동 배수밸브의 운전은 자동 혹은 현장제어반에 위치한 제어기의 수동제어로 이루어진다.

다. 핵연료장전실 및 과 원자로건물 접근구역 사이의 차압은 주제어실로부터 수동제어에 의해 조절한다.i (9.5.3.1.1.d

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

절 참조)

라. 압력균형배출 유량의 수동제어는 주제어실로부터 이루어진다.i

공정 측정치나 상태등을 위한 지시계가 설치되어 중수수집탱크의 수위, 건조기 덕트 노점, 압력균형배출 덕트노점, 공기작동밸브의 위치 및 여러 건조기 상태 (즉, 입구 및 출구의 노점) 등을 현장에서 지시해 준다.

핵연료 장전실 지역과 접근지역 사이의 압력균형 배출유량 및 차압은 제어실에 표시된다.i

핵연료장전실 [] 및 [] 과 원자로건물 접근지역 [] 사이에서 높은 차압 발생시, 중수수집탱크의 고수위 및 저수위시, 고압력균형 배출덕트 노점시, 높은 재가동 가열기 출구 온도시, 흡착 및/또는 재생 팬 모터 정지시, 감속재 정화실로 또는 정화실로부터의 공기유량이 높거나 낮을 때에는 주제어실에 경보가 올린다.i

4개의 증기회수계통 각각이 공급하는 5개의 분리구역은 다음과 같다.

가. 원자로 정지 동안에만 출입이 가능하며 냉각재계통 중수가 누설될 염려가 있는 주요지역은 핵연료교환기 운전실과 감속재실(기기둘레의 격실부분 제외)이다.

이 계통에 대한 주요설계 요건은 건조된 지역내의 누설된 중수의 등급 저하를 최소로 하면서 중수를 회수하는 것이다. 이러한 이유로 공기와 경수증기가 새어 들어오는 것을 최소로 하기 위하여 근방의 출입가능한 지역과 통하는 문 및 관통부분에 적절한 밀봉을 해야 한다.

원자로건물 환기계통에 댐퍼를 사용함으로써 삼중수소가 출입지역에 퍼지지 않음을 보증하기위해 근방의 출입지역에 비해 건조

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

한 지역은 부압 균형을 계속 유지시키는 것이 필요하다.i

압력균형배출 건조기는 건조기 뒤에 존재하는 데 이것은 내부계측 공기의 누설로 인한 지역의 가압을 방지하기 위해, 결합된 핵연료 장전실로부터 필요한 삼중수소가 없는 배기를 제공해 준다. 압력 균형 배출공기는 입자들의 제거를 위해 대기로 방출하기 전에 원자로건물 환기계통 배출 여과기에 일단 배출되어야 한다.i

나. 접근구역은 다음과 같다.i

핵연료 교환기 보수실, 핵연료교환기 보조설비실, 냉각재 계통 및 감속재 계통 계측기기실 및 감시실.i

이들 지역중 특히 핵연료교환기 보수실과 같이 어떤 곳은 실내에 있는 사람이 감마선 피폭을 받을 수도 있으므로 이들 지역을 방호복 미착용 지역으로 유지시키면 상당한 Man-Rem 감소를 달성할 수 있다.i

다. 감속재 기기 주위의 격실.

감속재 기기로부터 누설된 중수는 앞의 가. 와 나. 지역에서 수집된 중수보다 더 높은 삼중수소 방사능을 띠고 있다. 이러한 이유로 하여 이 지역은 앞의 두 지역에 비해 부(-) 압력 균형이 유지되도록 한다.i

라. 증기발생기실.

이 지역은 근방의 운전지역과 분리되어 있으며 운전중에도 출입이 가능하다.i

마. 원자로 보조건물지역.

원자로건물지역 이외에도 보조건물지역, 즉 감속재 정화실과 3호기에서는 중수관리지역은 감속재 격실 중수증기회수설비에 의해 공

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

급되고 있다.i

9.5.3.3 기기설명

9.5.3.3.1 건조기

중수 누설의 회수는 직렬로 연결된 동일한 건조기에 의해 수행된다. 각 건조기는, 흡착루프에는 송풍기, 건조제층 (desiccant bed) 그리고 흡착 송풍기로, 그리고 재생루프에는 재생송풍기, 건조제층, 가열기 그리고 응축기로 구성되어 있다.i

송풍기는 습한 공기를 건조기로 보내며, 여기에서 공기에 의해 운반된수증기가 건조기내의 건조제층으로 흡수된다. 건조된 공기는 각각의 핵연료 장전실로 돌아간다. 중수는 재생사이클동안 건조제로부터 회수된다. 폐쇄 루프는 가열기 위의 공기를 건조제로 부터 중수를 취하는 건조기를 통과시킨 후, 중수증기가 응축되는 응축기로 보내며 액체는 수집탱크로 배수된다.i

단일 건조제 탑형건조기의 1쌍에 해당하는 각 2중 건조제층 건조기는 연속건조가 가능하도록 분자 체(molecular sieve) 혹은 대등한 건조제층을 포함한다. 각 건조기 흡착사이클 시간은 변화율을 보상하도록 개별적으로 조절할 수 있다. 건조기의 재활성화 기간 및 빈도수에는 제한을 두지 않았다.i

중수증기 회수계통 각각에 대한 건조기수와 건조기 용량은 단일 건조제 탑형건조기에 대하여 다음과 같다:i

가. 핵연료 장전기설:i

- 각 $111\text{m}^3/\text{min}$ (4000 scfm) 유량의 4개 건조기, - 하나의 분리된 $14\text{ m}^3/\text{min}$ (500 scfm) 정격 유량의 압력균형 배기형 건조기.

나. 접근가능지역:

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 각 $111 \text{ m}^3/\text{min}$ (4000 scfm) 정격 유량의 2개 건조기.i
- 다. 감속재 기기격실과 보조건물지역:
 - 각 $111 \text{ m}^3/\text{min}$ (4000 scfm) 정격 유량의 2개 건조기.i
- 라. 증기발생기실:
 - $14 \text{ m}^3 / \text{min}$ (500 scfm) 정격 유량의 1개 건조기.i

9.5.3.3.2 재생가열기와 응축기i

102

재생가열기와 응축기는 습도의 큰 변화를 주지 않고 계속 건조할 수 있도록 하기에 적절하다. 냉방수로 가동할 수 있도록 설계된 응축기와 재생가열기는 케이싱안에 들어 있다.i

9.5.3.3.3 중수 수집탱크i

102

2 개의 중수수집탱크가 핵연료 장전실과 증기발생기실로부터 회수된 중수 및 경수를 수집하도록 되어있다. 세번째 탱크는 감속재기기 격실 증기회수계통으로부터의 중수를 받도록 설치된다. 네번째 탱크는 접근 가능한 증기회수계통으로부터 중수를받도록 설치된다.i

밀폐형으로 설계된 (누설방지) 3개의 펌프는 수집탱크로 부터 수집된 중수를 운반하도록 설치된다. 각 펌프는 23 L/min (5 Igpm) 의 정격유량과 15 m (50 ft) 의 총수두를 갖는다.

저등급 중수 장입구 - (월성 4)

월성 4호기 중수증기회수탱크(3831-TK1,2,3)에 저등급 중수 장입구가 2개 설치되어 있어, 4호기에서 발생하는 저등급 중수를 간편하게 3호기 중수세정탱크(3841-TK1~6)로 이송 처리할 수 있도록 되어 있다.

26

9.5.3.3.4 계통운전i

102

운전을 시작하기 전에 기기 취급설명서에 설정된 양의 건조제를 건조기에 채워야 한다. 냉각수 유량률과 흡수 그리고 방사공기 유량률은 요구량에 맞게 설정되어야 한다. 전원과 계기용공기 공급의 사용가능성 여부를 확인하

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

여야 한다. 건조기 제어 설정점을 건조기 지침서대로 조정하며, 모든 댐퍼는 정상 운전위치로 한다.i

9.5.3.3.4.1 정상운전i

102

보수를 위한 원자로 정지, 혹은 4급 전원상실시를 제외하고는 원자로정지 기간을 포함하여 연속적으로 건조기가 정상 운전된다. 9.5.3.3.3절에서 설명된 수집탱크는 회수된 중수를 중수세정설비로 보내기 전에 중수의 삼중수소 함량조사를 위해 시료 채취된다.i

9.5.3.3.4.2 비정상 운전i

102

9.5.3.3.4.2.1 냉각재상실사고후 원자로건물 감압과 초기 세정i

냉각재상실사고에 원자로건물은 자동으로 격리되며, 내부압력을 대기압수준 가까이 낮추기 위하여 원자로건물 내부에 살수가 행해진다. 총 열제거원 (예, 콘크리트구조물) 과 원자로건물내의 공기냉각기의 효과로 인해 잔류 수증기를 더 응축시키며 원자로건물내 압력을 약 18.0 kPa(g), 49 °C (2.6 psig와 120°F) 로 낮춘다.i

위의 조건들에 도달되고 방사능 준위에 의존될 때, 중수증기 회수계통과 연결된 원자로건물 환기계통은 냉각재상실사고 이후 원자로건물 세정을 위하여 사용할 수 있다. 이러한 상황에서, 공기는 환기 방출여과기에 의해 여과된후 중수증기 회수계통에 의해 건조되어 대기중으로 방출되기 전에 공기중 방사성 미립자와 요드를 제거한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.3.3.4.2.2 원자로건물 외벽 퍼지

102

감압과 초기 세정 이후 원자로건물은 잔류 미립자와 방사성요드 방사능의 최종세정이 필요할 때, 여과기를 통해 배출되는 신선한 공기로 원자로건물 외벽을 퍼지 한 후, 대기로 방출되기 전에 잔류 미립자와 방사성 요드의 방사능을 처리하는 원자로건물 환기계통여과기 계열로 보내진다.i

9.5.3.3.4.2.3 보수 정지퍼지i

102

보수를 위한 계획된 원자로 정지 동안 정상적으로 건조된 모든 지역을 환기시킬 필요가 있을 수 있다.i

이 목적을 위해 환기되는 신선한 공기는 증기회수계통이 담당하는 지역을 순환시키고자 원자로보조건물로 부터 흡입된 후, 원자로건물 환기계통 여과기를 거쳐대기로 방출되기 전에 삼중수소 세정을 위해 건조기를 통하여 방출된다.

9.5.3.3.5 안전성 측면

102

중수증기회수계통은 원자로건물 건전성 기능이외에는 다른 어떤 안전관련 기능을 수행하지 않는다.

원자로건물벽의 내면으로부터 원자로건물 격리밸브를 포함하는 곳까지의 덕트부분은, 덕트에 대해선 DBE 범주 'A', 격리댐퍼에 대해선 DBE 범주 'B' 로 내진검증된다. 이 원자로건물의 확장부는 참고문헌 9.5-3 과 9.5-4의 요건을 만족하여야 한다. 이외 다른 모든 계통 기기들은 캐나다 건물규격 (NBCC)의 최저 기준을 만족하여야 한다.

중수증기회수계통은 정상적으로 원자로건물 외벽의 확장부이다. 원자로건물내의 우발적 고압 혹은 고준위 방사능에 대한 계통의 격리는 원자로건물벽을 관통한 각 덕트에 있는 2중 격리댐퍼들에 의해 제공된다. 증기회수계통이

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

원자로건물전압력 0.12 MPa(g)(18psig) 으로 설계되어 있지만, 원자로건물 총 허용누설량이 원자로건물전압력하에서 초과되지 않게 하기 위하여 고압신호나 고방사능에 의해 격리밸브가 닫히도록 제측된다.

DR11으로부터의 배수관에 위치한 일련의 공기구동 원자로건물 격리밸브는 원자로건물 격리계통의 경계를 형성한다. 원자로 건물 압력이 높을때나 방사능 준위가 높을때 신호에 의해 자동적으로 닫힌다.

9.5.4 중수세정계통

9.5.4.1 설계기준

9.5.4.1.1 기능요건

중수세정계통의 기능요건은 다음과 같다.

- 가. 3호기와 4호기로부터 회수된 저준위 삼중수소와 고 준위 삼중수소를 갖는 저등화된 중수를 분리하여 받아 저장한다.
- 나. 냉각재중수세정계통의 저 준위 삼중수소 중수와 감속재중수세정계통의 있는 고준위 삼중수소 중수를 각각 냉각재중수승급기와 감속재중수승급기로 보내기 위하여 적절한 수준으로 정화한다.
- 다. 다음 공정을 위하여 냉각재중수세정계통 생성물을 냉각재중수승급기로, 그리고 감속재 중수세정계통 생성물을 감속재 중수승급기로 저장 및 가압 송출한다.i
- 라. 급수탱크로 회수된 중수는 중수와 삼중수소 농도에 따라 분리 되도록 한다.i
- 마. 급수 드럼내의 기름이나 다른 불순물이 급수 탱크로 들어오지 못하

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

도록 회수된 중수를 처리한다.i

바. 최소한의 운전원 주의와 방사능 피폭하에서 새로운 수지첨가와 폐수지처리를 할 수 있게 한다.i

마. 충분한 자동제어를 제공하여 운전자가 없을 때에도 펌프가 보호되도록 한다.i

9.5.4.1.2 안전요건i

중수세정계통은 안전관련 계통이 아니다.i

중수세정계통은 삼중수소수를 함유하고 있을 뿐 아니라 원자로계통에 존재하는 수시간 이상의 반감기를 가진 특정 방사능 핵종을 함유할 수 있다. 활성탄 필터는 이 방사능의 대부분을 가지고 있으며, 따라서 콘크리트로 차폐된다. 이온교환수지탑은 물의 출처와 필터내의 활성탄의 교환주기에 따라서 오염된다. 첫번째 이온교환수지탑은 콘크리트로 차폐되며, 차폐되지 않은 2개의 이온교환장치 주위에는 콘크리트 차폐를 위한 공간이 확보되어 있다.i

9.5.4.1.3 적용코드, 표준 및 등급 분류

중수를 저장, 처리 혹은 운반하는 중수세정계통부분은 참고문헌 9.5-5에 따라 등급 3으로 분류되며, 드럼 처리장과 탈염수 회로는 예외로 참고문헌 9.5-5에 따라 등급6으로 분류된다.

9.5.4.2 계통설명i

그림 9.5-3은 일반적인 중수세정계통의 개략도와 본계통의 계통흐름도 8603-38410-1-1-FS-E (그림9.5-10), 8603-38410-1-2-FS-E (그림 9.5-11). 및 8603-38410-1-3-FS-E (그림 9.5-12)을 참조한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

발전소의 중수계통은 일반적으로 냉각재계통이나 감속재계통과 관련이 있다. 이 두계통의 삼중중수소 함유량은 매우 다르며, 냉각재계통이 감속재계통보다 훨씬 낮은 삼중중수소를 함유한다. 따라서 2개의 똑같은 세정회로가 제공되었다. 하나는 냉각재계통으로부터 회수된 중수의 세정에 쓰이며, 다른 하나는 감속재계통으로부터 회수된 중수를 세정한다. 각 계통은 급수탱크, 생성물탱크, 펌프, 이온교환기, 활성탄 여과기, 여과기 그리고 관련 배관 및 계측장치로 구성되어 있다.i

이 계통은 3호기에 위치하는 모든 주요설비 (펌프, 탱크등) 과 함께 3호기와 4호기 간에 공유된다.

중수세정계통은 미립자, 기름, 유기물과 용해된 이온상태 불순물을 발전소 운전중 회수된 중수로 부터 제거하도록 (즉, 누설, 넘침, 중수화/탈중수화 운전)설계되었다. 수집된 물은 계통 급수탱크에 저장된다. 기름과 미립물질을 제거하기 위하여 활성탄층을 통하여 물을 가압송출하며, 또 유기물과 이온 불순물을 제거하기 위하여 직렬로 연결된 3개의 이온교환장치로 보냄으로써 세정된다. 처리된 물은 승급시키기 전에 계통 생성물 탱크에 저장된다. 계통은 정량기준으로 현장 운전하도록 설계되어 있다.i

활성탄과 이온교환수지는 수동으로 용기에 첨가된다. 사용 수지의 제거는 고압탈염수와 슬러리 상태로 이송됨으로써 이루어진다. 사용한 활성탄과 수지는 폐수지처리계통으로 보내기전에 적당한 장소에서 탈중수화된다.i

2개의 여과기와 6개의 이온교환기는 각 용기당 하나씩의 파열판에 의해 과압력으로부터 방지된다.

세정계통 배관과 모든 기기들은 스테인레스강으로 제작된다.i

중수세정계통 급수 및 생성물 탱크에는 경보조건의 현장 및 제어 경보 뿐 아니라 현장지시를 제공하는 계측기가 설치되어 있다. 각 급수탱크와

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

생성물탱크에는 차압전송기가 설치되어 있다. 각 탱크에는 전송기가 차단되었을 경우에 연속적인 운전이 되도록 전송기와 병렬로 수위투시경이 설치된다. 현장 제어반에는 수위지시계 외에도 고·저 설정값을 가진 경보장치가 달려있다. 탱크의 자동배수를 시작하는 수단도 특정 현장제어반 장치에 설치되어 있다.

이온교환수지의 탈중수화시의 탈염수유동, 정상운전시의 중수 세정계통 유동 그리고 폐수지의 유동화(slurrying)나 수두탱크 보충시 탈염수의 유동은 현장 유량계로 측정된다.i

계통의 급수, 생성물과 예비펌프의 토출압력뿐 아니라 여과기와 망사 여과기 양단의 차압을 측정하는 현장지시계가 설치된다. 급수와 생성물펌프가 탱크수위에 의해 자동으로 제어되지만, 예비펌프는 수동으로 제어되고 자동제어 논리에 의해 보호되지 않는다.

9.5.4.3 기기설명i

9.5.4.3.1 급수탱크i

상호연결된 각각 과유량배관을 가진 6개의 급수탱크가 여러 농도 범위의 저등급화된 중수를 저장할 수 있도록 중수세정계통에 설치되어 있다. 6개중 3개의 급수탱크는 삼중수소가 낮은 냉각재중수를 위한 것이며, 나머지 3개의 탱크는 고 삼중수소 감속재중수를 저장하기 위한 것이다. 과유량배관이 환기관보다 낮은 위치에 있으므로 탱크간의 과유량은 환기관으로 넘치지 않는다.

수지 중수화/탈중수화 계통으로부터 오는 물에 대한 탱크의 연결은 급수탱크의 입구측 정상격리밸브를 우회한다. 이로 말미암아 유량은 차단되지 않으며, 즉 중수화/탈중수화 공정시 어떤 비정상 상태도 피할 수 있게 된다. 운전원은 중수화/탈중수화 운전을 시작하기 전에 급수탱크안에 충분한 공간이 있는

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

지 반드시 확인하여야 한다.i

9.5.4.3.2 생성물 탱크

102

6개의 동일한 생성물 탱크가 중수세정계통에 설치된다. 3개는 정화된 냉각재계통 중수를 저장하는 데 사용되며, 3개는 정화된 감속재계통 중수를 저장하는데 사용된다. 각 계통의 어느 2개 탱크로도 하나의 가득찬 하나의 급수탱크의 세정된 중수를 수용할 수 있으며, 반면 세번째 탱크는 냉각재 혹은 감속재 승급계통으로 가압송출된다.i

급수탱크에서와 같이 생성물탱크에는 상호연결된 유량배관이 있으며, 이로써 환기배관으로 넘치지 않게되어 중수증기 회수계통의 기능을 저해하지 않게 된다.i

9.5.4.3.3 펌프i

102

급수펌프, 생성물 펌프 그리고 예비용 펌프가 냉각재과 감속재 중수세정계통 각각에 설치되어 있다. 펌프는 모두 밀폐원심형이며, 내부 부품은 스테인레스강이다. 펌프 용량은 총수두 170 kPa(25 psi)에서 1.1 L/s(15 Igpm)이다.i

급수와 생성물 펌프가 탱크 수위에 의해 자동제어 되지만, 예비용 펌프는 수동 제어된다.i

9.5.4.3.4 이온교환수지탑i

102

모두 6개의 이온교환수지탑이 중수세정계통에 존재한다. 3개는 냉각재 중수용이며 나머지 3개는 감속재 중수용이다. 각각은 수지제거를 용이하게 하기 위해 바닥이 원뿔모양이다. 새로운 수지는 장치의 상단에 있는 구멍

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

으로 첨가되며, 사용후 수지는 탈염수를 이용하여 수지저장계통으로 흘려보낸다. 만약 운전경험으로 보아 다른 수지의 사용이 도움이 된다면, 다른 이온교환 수지의 사용이 가능하도록 그리고 운전유연성이 있도록 계통이 설계된다.i

중수세정계통 계열 (즉 냉각재과 감속재) 의 각각에 있는 첫번째 교환장치는 대부분의 양이온, 음이온 그리고 많은 유기물 불순물을 제거하기 위한 혼합수지층을 가지고 있다. 두번째 교환장치는 대부분의 유기물질을 제거하는 약산성, 미세다공 양이온 교환수지를 가진다. 세번째 교환장치는 두번째 이온 교환수지탑로부터 넘어온 불순물을 제거하기 위한 혼합층을 가진다. 세번째 교환장치는 연마층 (polishing bed) 으로서의 역할도 한다. 정상유동은 직렬로 연결된 3개의 교환장치를 통하여 흐르지만, 교환장치 일부 혹은 전부를 우회할 수도 있다. 수지는 교환장치내에서 우물형 개방홈 스크린 (open-slot well screen) 에 의해 보유된다. 막혔을 때는 끄집어낼 수 있도록 설계된다.i

9.5.4.3.5 활성탄여과기

2개의 활성탄여과기는 하나는 냉각재중수용이며, 또 하나는 감속재 중수용이며 입자모양의 활성탄을 가진 점을 제외하고는 이온교환수지탑과 동일하다. 이들 여과기는 급수유동으로부터의 흡착에 의해 기름을 제거하며 대부분의 입자물질을 여과시킨다.i

여과기 양단의 압력강하가 14 kPa (2.0 psi)에 도달하면 활성탄을 교체한다. 사용후 활성탄은 적절한 경우 탈중수화되며, 탈염수를 사용하여 폐수지 전달계통으로 흘려보내진다.i

새로운 활성탄은 건조한 상태로 여과기 위에 위치한 깔때기를 통하여 첨가된다. 이 새로운 활성탄은 중수화를 필요로 하지 않는다.i

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.4.4 계통운전i

102

9.5.4.4.1 정상운전i

1개의 공급탱크 내용물을 1대의 활성탄여과기와 3대의 이온교환수지탑을 통해 처리하여 2개의 생성물탱크에 수집하기 위해서는 적절한 격리밸브들을 열어야 한다. 급수펌프가 작동 개시되면, 중수가 여과기와 이온교환수지탑들을 통해 처리되어 첫번째 생성물탱크내로 배수된다. 생성물탱크의 고수위가 감지되면 펌프는 자동으로 정지되고 첫번째 탱크의 입구밸브는 닫힌다. 그때 두번째 생성물탱크의 입구밸브가 열리면, 급수탱크내 저수위가 감지되거나 두번째 생성물탱크내 고수위가 감지될 때까지 공정이 계속된다.i

9.5.4.4.2 폐수지의 탈중수화i

102

이온교환수지탑내 수지가 한번 사용되고 이 수지내에 상당량의 중수가 함유되어 있는 경우 수지를 처분하기 전에 수지층내 중수를 경수로 치환해야 한다. 이 탈중수화 공정은 중수 세정계통내 제공된 경수 수두탱크의 경수를 사용한다. 공정은 근본적으로 수지의 중수화/탈중수화 계통에서와 동일한 방식으로 이루어진다. 수지의 탈중수화가 완료되면, 폐수지는 수지이송계통으로 물과 섞여 이동된다. 이후 작업용 공기를 사용하여 남아있는 수지를 제거한다. 만일 탈중수화가 필요치 않을 경우 수지층내 중수는 이송되기전에 작업용 공기에 의해 치환된다.i

9.5.4.4.3 4급 전원상실i

102

펌프전동기들은 4급 전원상실때 정지된다.i

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.4.4.4	기타	102
<p>이미 설명한 능력이외도 이 계통은 또한 드럼으로부터 1대의 급수 탱크의 중수 이송과, 생성물 탱크들로부터 드럼으로의 처리된 중수 이송 및 급수탱크와 생성물 탱크간 이송을 가능케한다.i</p>		
9.5.4.5	안전성 측면	102
<p>중수세정계통은 어떤 안전관련 기능도 수행하지 않는다.i</p> <p>중수 세정계통은 내진 검증이 요구되지 않으며 캐나다 건물규격 (NBCC) 의 최저기준들을 만족하도록 설계된다.i</p>		
9.5.5	중수승급계통	
9.5.5.1	설계기준	102
9.5.5.1.1	기능 요건	
<p>가. 냉각재계통 중수 및 감속재계통 중수에 이들 전용의 별도 중수 승급시설을 제공함. 이 두 중수 흐름을 분리함으로써 고준위 삼중수소 및 고준위 감속재 중수농도와 저준위 삼중수소 및 저준위 냉각재 중수농도와의 불필요한 혼합을 방지한다.i</p> <p>나. 발전소내 여러 출처로부터 냉각재 및 감속재 중수세정계통내에 수집된 저등급중수를 각각 냉각재 및 감속재중수 승급계통을 사용하여 승급함.i</p> <p>다. 감속재중수의 온라인 승급을 제공함(즉, 감속재계통으로 부터 직접 받은 중수)</p>		

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

라. 하부생성물(중수)을 중수공급계통으로 보내고 상부생성물(경수)은 방사성 액체 배수계통으로 보냄.i

9.5.5.1.2 성능요건

102

9.5.5.1.2.1 냉각재중수 승급계통

가. 냉각재중수세정계통으로 부터 2 ~99.8% 농도 범위의 중수 급수를 받음.i

나. 0.1 % 농도 이하의 중수를 함유하는 상부생성물과 99.9 % 이상의 중수를 함유하는 하부생성물을 생산함.i

9.5.5.1.2.2 감속재 중수 승급계통i

102

가. 2개의 급수분류를 동시에 처리함.i

- 하나는 감속재중수 세정계통으로부터 오는 2 ~99.9 % 범위의 중수농도 상태의 급수분류이며,i

- 다른 하나는 99.75 %의 중수농도 상태로 주감속재계통으로부터 오는 것이다.i

나. 0.1 % 이하 중수를 함유하는 상부생성물과 99.9 %이상 중수를 함유하는 하부생성물을 생산함.i

9.5.5.1.2.3 감속재 온라인 승급급수

102

가. 3,4호기 감속재 세정계통으로 부터 제어된 양의 중수를 3호기에 위치한 감속재중수 승급계통에 공급한다.

나. 3호기에 위치한 중수세정계통 이온교환기를 통한 3,4호기 중수 온

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

라인 흐름의 선택적인 처리를 허용한다.

9.5.5.1.3 안전요건; 102
중수승급계통은 안전 관련계통이 아니다.i

9.5.5.1.4 적용규격, 표준 및 등급; 분류 102
냉각재 중수승급기능 등급 6으로 분류된다.i 감속재 중수승급기 증류탑, 진공장치 및 통상 진공상태에서 운전되거나 97.5 wt%의 경수를 포함하는 감속재 중수승급기의 모든 부분은 등급 6으로 분류된다. 감속재 온라인 승급급수를 포함한 기타 부분은 등급 3으로 분류된다. 이러한 등급 분류는 참고문헌 9.5-5에 따른 것이다.

9.5.5.2 계통설명; 102
그림 9.5-4는 중수승급기의 전형적인 흐름도이다.i
중수승급계통은 증류에 의해 중수/경수 용액을 중수의 농도가 낮은 폐기분류(상부생성물)와 중수농도가 높은 생성물분류(하부생성물)로 분리하도록 설계된다. 이 계통은 연료의 고연소를 위하여 감속재의 높은 농도를 유지하고 발전소 운전비용을 최소화 하기 위해 회수된 중수누설물의 승급에 필요하다..i

중수승급계통은 2개의 승급기와 각 공유장치로부터 이어지는 감속재 온라인 승급 급수관으로 이루어져 있다. 하나는 냉각재 중수용 승급기이고 또 다른 하나는 전자와 독립적이며 감속재 온라인 승급 급수관을 통해 전달되는 감속재 중수의 온라인 승급을 위한 감속재 중수용 승급기이다. 그림 9.5-5는 승급계통을 나타내는 블록선도이다.

중수승급설비는 3,4호기에 공유되며 주요기기(펌프, 탱크등)는 3호

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

기에 위치한다. 3,4호기 감속재 온라인 승급 급수는 온라인 감속재 중수승급을 위해 각 호기에 단일배관으로 이루어져 있다. 각 배관은 감속재정화계통 여과기 및 이온교환기 하류지점에서 시작된다. 3,4호기의 감속재 정화계통으로 부터 나온 이들 배관은 3호기내에서 합류되는데 합류지점은 이온교환기(3841-IX103)의 상류에 위치한다. 급송장치는 이온교환기(3841-IX103)를 통한 선별적인 유로와 함께 3호기 감속재 중수승급기 급수탱크에 연결된다.

건물의 높이를 줄이기 위해 감속재, 냉각재수송계통의 승급탑은 각각 2개 탑으로 나누어져 있다. 각각 승급시설에서 증기는 첫번째 탑의 꼭대기에서 두번째 탑의 밑으로로 가게 되고 유체는 두번째 탑의 밑에서 첫번째 탑의 꼭대기로 가도록 배관되어 있다.;

급수계통, 증류계통, 하부생성물계통 및 상부생성물계통이 전형적인 중수승급계통을 이루는 주요부분들이다. 급수계통은 전형적으로 2대의 다이아프램형 급수펌프, 1대의 급수증발기 및 양쪽 탑에 여러개의 급수점으로 구성되어 있다. 감속재중수 승급기에는 2개의 분리된 급수계통이 있다. 하나는 감속재계통 주 회로 급수용이며 다른 하나는 중수세정수 급수용이다. 두 급수분류를 분리함으로써, 농도가 낮은 세정계통중수에 의해 주감속재 회로 중수의 등급이 저하되는 것을 방지한다. 증류계통에서는 경수와 중수의 분리가 일어난다. 이는 일반적으로, 하나의 증기 연결관 및 환류관, 2대의 환류펌프, 2대의 순환펌프, 1대의 재증발기, 하나의 상부생성물 응축기와 하나의 상부저온트랩과 직렬로 연결된 2개의 탑으로 구성되어 있다. 하부생성물계통은 일반적으로 1대의 하부생성물 증발기, 1대의 하부생성물 응축기, 하나의 하부저온트랩, 1대의 하부생성물 냉각기, 2개의 하부생성물 탱크, 2대의 하부생성물 펌프 및 1대의 하부생성물 분석기로 구성되어 있다. 상부생성물 계통은 전형적으로 1대의 상부생성물 냉각기, 하나의 상부생성물탱크, 2대의 상부생성물펌프 및 1대의 상부생성물분석기로 구

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

성되어 있다.i

계통배관 및 모든 기기들은 스테인레스강으로 제작된다.i

9.5.5.3 기기설명i

9.5.5.3.1 급수계통i

9.5.5.3.1.1 급수증발기i

급수증발기는 U자형 튜브다발을 갖는 주전자형 열교환기이다. 가열증기가 튜브다발에 응축되며 급수가 셀 내부에서 증발된다.i

9.5.5.3.1.2 급수점

급수증발기로부터 나온 증기는 1번탭 또는 2번탭에 제공되어 있는 급수점중 하나로 상승한다. 사용될 급수점은 급수의 농도에 따라 결정된다. 각 증발기는 어느 한 시점에서 급수점 중 하나만 이용한다.i

9.5.5.3.2 증류계통i

9.5.5.3.2.1 증류탑i

첫번째 증류탑은 플랜지로 연결된 탑부분과, 플랜지로 연결된 1개의 헤드커버, 플랜지로 연결되고 지지스커트에 장착된 하나의 배수조 및 하나의 헤드응축기로 구성되며, 두번째 증류탑은 플랜지로 연결된 탑부분과 지지스커트에 장착된 하나의 배수조 및 응축기로 구성된다. 각 탑부분은 패킹, 하나의 패킹지지물, 억제그리드, 환류분배장치 및 환류수집장치로 구성되어 있다.i

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.5.3.2.2 환류펌프i

102

각각 100 % 용량을 갖는 2대의 펌프는 축밀봉장치를 갖지 않은 밀폐전동기 원심형펌프이다. 베어링면과 다른 부품들은 양수되는 액체에 의해 윤활 및 냉각된다. 이 2대의 펌프 중 어느 하나를 사용하여 2번탑의 배수조에 수집된 액체를 1번탑으로 이송할 수 있다.i

9.5.5.3.2.3 순환펌프

102

각각 100 % 용량을 갖는 2대의 순환펌프는 축밀봉장치를 갖지 않은 밀폐전동기 및 원심형펌프이다. 이 2대의 펌프중 어느 하나를 사용하여 1번탑의 배수조에 수집된 액체를 재증발기의 상부 튜브시트 위의 본넷 (bonnet)으로 이송 할 수 있다.i

9.5.5.3.2.4 재증발기

102

재증발기로 1번탑 배수조의 노즐에 플랜지로 직접 연결된 고정튜브 시트를 가지고 있는 수직으로 설치된 경사막형 열교환기이다. 가열증기가 셀내부에서 응축되고 2대의 순환펌프 중 1대로 양수된 액체의 약 20 %가 튜브내부에서 증발하여 비등속도를 얻는다. 증기액체혼합물은 노즐을 통하여 액체수위 위의 1번탑 배수조로 귀환한다.i

9.5.5.3.2.5 상부 생성물응축기

102

상부 생성물응축기는 2번탑 상단에 플랜지로 직접 연결된, 수평으로 장착된 튜브시트 및 셀/튜브형 열교환기이다. 냉각수가 튜브를 통하여 유동하며 재증발기에서 생성된 증기는 셀내부에서 완전히 응축된다. 이 응축수는

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

2번 탑의 최상단 액체분배기와 상부생성물 냉각기로 귀환한다. 셀측은 상부 저온 트랩을 통해 진공장치로 환기된다.i

9.5.5.3.2.6 상부 저온트랩

102

상부 저온트랩은 상부응축기의 상단에 플랜지로 직접 연결된, 수평으로장착된 고정 튜브시트 및 셀/튜브형 소형 열교환기이다. 냉각수가 튜브들을 통해 유동한다. 상부 생성물응축기 하류의 습도와 온도가 감소된다. 응축수는 중력에 의해 상부 생성물 응축기로 배수된다. 관외측은 진공장치로 배기된다.

9.5.5.3.3 하부 생성물계통

102

9.5.5.3.3.1 하부 생성물 증발기

하부 생성물증발기는 U자형 튜브다발을 가지고 있는 주전자형 열교환기이다. 가열증기는 튜브다발에서 응축하며 액체는 셀내부에서 증발된다.i

9.5.5.3.3.2 하부 생성물 응축기

102

하부 생성물응축기는 고정튜브시트를 가지고 있는 수직으로 설치된 셀/튜브형 열교환기이다. 냉각수가 튜브를 통하여 유동하고 하부 생성물증발기 내부에서 생성된 증기는 응축되어 셀내부에서 과냉각 된다. 응축수는 중력에 의해 하부생성물냉각기로 배수된다.i

9.5.5.3.3.3 하부 저온트랩

102

하부 저온트랩은 고정튜브 시트를 가지고 있는 수직으로 장착된 셀/튜브형 소형열교환기이다. 냉각수가 튜브를 통하여 유동하며, 하부 생성물응

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

축기, 하부 생성물탱크 및 수집탱크 출구 공기의 습도와 온도가 감소된다.i

9.5.5.3.3.4 하부 생성물냉각기

102

하부 생성물냉각기는 수평으로 설치된 이중관 열교환기이다. 냉각수가 채킷트를 통해 유동하며 하부 생성물응축기 내부에서 생성된 응축물은 내부관 내에서 냉각된다. 냉각된 하부 생성물은 중력에 의해 하부 생성물탱크로 흐른다.

9.5.5.3.3.5 하부 생성물탱크

102

하부 생성물냉각기에 의해 냉각된 하부 생성물은 중력에 의해 하부 생성물 탱크로 유동한다. 하부 생성물탱크들이 배수되는 동안 2대의 하부 생성물 펌프 중 1대에 의해 전량 양수되어 나가기 전에 농도를 분석하여야 한다.

9.5.5.3.3.6 하부 생성물펌프

102

100 % 용량을 갖는 2대의 하부생성물 펌프는 축밀봉장치가 없는 밀폐전동기 및 원심형이다. 베어링면과 다른 부품들은 양수된 액체에 의해 윤활 및 냉각된다. 이들 2대의 펌프중 어느 하나를 이용하여 하부 생성물탱크들에 수집된 하부생성물을 중수공급 탱크들로 이송할 수 있다.

9.5.5.3.3.7 하부 생성물분석기

102

1번탑 배수조에서 생성된 증기는 시료응축기와 시료운반장치 안의 저온트랩으로 상승하여 여기서 완전히 응축된다. 소량의 부분응축수 분류는 적외선/전자장치를 통하여 양수되어 동위원소 농도가 판정된 후 중력에 의해 2대의 순환 펌프 흡입라인으로 유동한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.5.5.3.4 상부 생성물계통

102

9.5.5.3.4.1 상부 생성물냉각기

상부 생성물냉각기는 수직으로 설치된 이중관 열교환기이다. 냉각수가 재킷을 통하여 유동하여 상부 생성물응축기 내부에 생성된 응축수는 내부관내에서 냉각된다. 냉각된 상부생성물은 중력에 의해 상부 생성물탱크로 유동한다.i

9.5.5.3.4.2 상부 생성물탱크

102

상부 생성물 냉각기에 의해 냉각된 상부생성물은 중력에 의해 상부생성물탱크로 유동한다. 충수된 후 탱크는 2대의 상부 생성물펌프중 1대에 의해 양수되어 나간다.i

9.5.5.3.4.3 상부 생성물펌프

102

100 % 용량을 갖는 2대의 상부 생성물펌프는 축밀봉장치를 갖고있지 않은 밀폐전동기 및 원심형이다. 베어링면과 다른 부품들은 양수된 액체에 의해 윤활 및 냉각된다. 이들 2대의 펌프중 하나를 사용하여 상부 생성물탱크에 수집된 상부 생성물을 중수배수계통으로 이송할 수 있다.i

9.5.5.3.4.4 상부 생성물분석기

102

이 분석기의 이용은 9.5.5.3.3.7항에 기술된 것과 동일하다.i

9.5.5.3.5 감속재 온라인 승급 급수

102

3,4호기의 각 감속재 온라인 승급급수관은 단일관과 이 관을 흐르

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

는 유량을 단속시키는 밸브로 구성되어 있다.

9.5.5.4 계통운전

102

중수세정계통으로 부터 나온 급수는 각 승급기에 놓여 있는 급수펌프에 의하여 급수증발기로 송출된다. 감속재 중수 승급기내에는 급수탱크가 마련되어 있어 감속재 온라인 승급 급수관으로 부터 유입되는 급수를 저장하여 정량운전을 허용하도록 한다.

급수는 급수증발기에서 증발되어 증기 상태로 여러개의 급수전 중 하나를 경유하여 승급탑으로 보내진다. 감속재 중수승급기의 경우 감속재 온라인 급수가 감속재 중수세정급수와는 다른 증발기에서 증발된다.

이 탑안에서 일정하고 연속적인 액체와 증기가 탑의 팩킹을 지나도록 되어 있다. 이때 액체는 팩킹을 통하여 밑으로 떨어지고 증기는 그 반대로 위로 올라간다. 이 떨어진 액체가 탑의 바닥에 닿으면 배수조에 모이게 되고, 다시 증발하여 다시 증기로 올라가기 위해 탑의 밑부분에 모이게 된다. 증기가 탑의 꼭대기에 도달하면 응축되고, 이것은 탑 꼭대기로 되돌아가 배수조의 팩킹을 따라 다시 떨어진다.]

첫번째 탑의 배수조에서는 하부 생성물이 취합, 증발, 응축, 냉각되어 하부생성물탱크에 머무르게 된다. 하부 생성물펌프는 하부생성물을 다른 계통으로 이동시킬 때 이용된다.]

상부 생성물은 상부 응축기로부터 액체상태로 취합, 냉각되어 상부생성물탱크에 머무르게 된다. 상부 생성물펌프는 이 액체를 액체처리계통이나 드럼으로 이동시킬 때 쓰인다.]

제어반은 상·하부생성물의 자동연속농도 분석능력을 갖추고 있다. 이것의 역할은 하부생성물의 중수농도가 기준치보다 낮거나 상부생성물의 중

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

수농도가 기준치 보다 높을 때 정상에서 벗어나는 것을 막기 위해 생성물의 중수 농도를 제어하는 것이다. 적외선 농도 분석장치가 분석기능을 수행한다.i

진공장치는 탑과 계통의 제어압력을 제어하는 부속기기에 연결되어 있다. 이 계통은 중수/경수 혼합물 분리의 용이성과 탑의 높이를 줄이는 상대적 휘발성을 증가시키기 위해 진공에서 작동한다.i

계통의 환기는 배기가스로부터 물을 회수하기 위해 냉각기가 설치된다. 각 승급기는 계통의 일부로 있는 배수 탱크로 배수될 수 있다.i

9.5.5.5 안전측면

중수승급계통은 어떠한 안전관련 기능도 수행하지 않는다.i

이 계통은 지진사고 중 또는 이후 운전이 요구되지 않는다. 따라서, 이 계통에 대한 내진검증은 요구되지 않지만 캐나다 건물규격 (NBCC) 최저기준 조건들의 충족을 필요로 한다.i

9.5.6 참고문헌i

- 9.5-1 "Seismic Qualification", Safety Design Guide, 86-03650-SDG-002, Rev. 2, 1992 October.i
- 9.5-2 "Environmental Qualification", Safety Design Guide, 86-03650-SDG-003, Rev. 2, 1992 October.i
- 9.5-3 "Containment Extensions", Safety Design Guide, 86-03650-SDG-006, Rev. 2, 1992 October.i
- 9.5-4 AECB Regulatory Document R-7, "Requirements for Containment System Components in CANDU Nuclear Power Plants".i
- 9.5-5 CAN3-N285.0-M81, "General Requirements for Pressure-Retaining

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서


- Systems and Components in CANDU Nuclear Power Plants".i
- 9.5-6 CAN/CSA-N285.3-88, "Requirements for Containment System Components in CANDU Nuclear Power Plants".i
- 9.5-7 ANSI/ASME B31.1, "Power Piping", 1989 Edition.i





한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수공급계통
그림 9.5-1

 한국수력원자력(주) 월성원자력 3.4호기 최종 안전성 분석 보고서	중수증기회수계통 그림 9.5-2
---	----------------------





한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

전형적인 중수세정계통

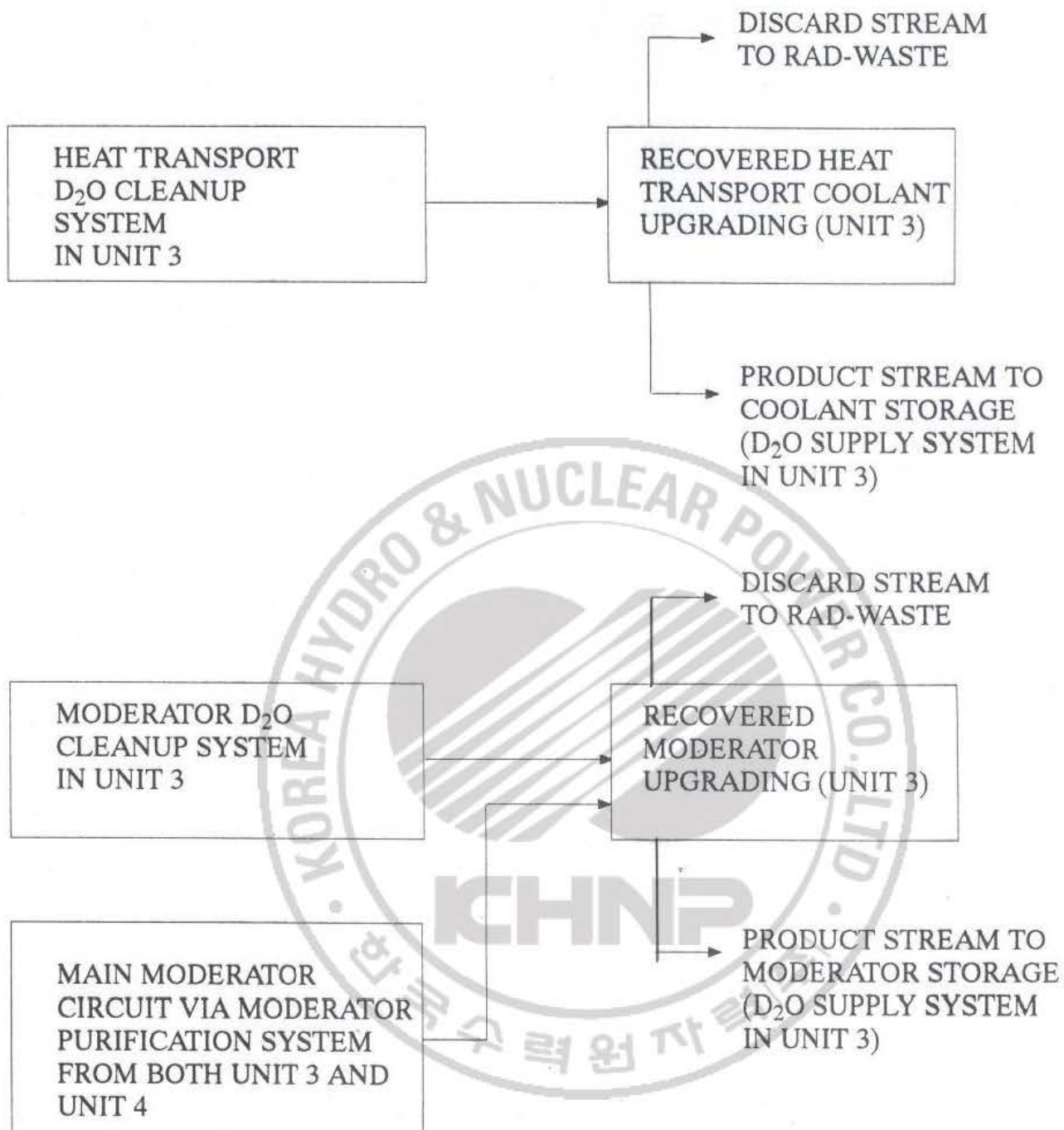
그림 9.5-3



한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수송급설비계통 (전형적임)

그림 9.5-4



한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수세정 및 승급계통 개략도

그림 9.5-5



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수공급계통 흐름도(4호기)
그림 9.5-7(B)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)

월성원자력 3,4호기

최종 안전성 분석 보고서

중수증기회수계통 흐름도(3호기)

그림 9.5-8(B)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수증기회수계통 흐름도(4호기)
그림 9.5-9(B)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



	한국수력원자력(주) 월성원자력 3,4호기 최종 안전성 분석 보고서
냉각재 중수세정계통 흐름도 - (월성 3)	
그림 9.5-10(B)	

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)
월성원자력 3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

중수세정계통 흐름도(3호기)
그림 9.5-11(B)



월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.6 기타 보조 계통

9.6.1 소방 계통

9.6.1.1 설계 기준

화재예방, 화재 발견 및 진압 그리고 화재의 영향을 감소시켜줄 소방 계통과 소방 설비의 설계에는 다음의 표준 및 지침을 적용한다.

- CAN/CSA-N293-M87 Fire Protection for CANDU Nuclear Power Plant
- 86-03650-SDG-005 AECL CANDU Safety Design Guide - Fire Protection
- 대한민국 소방법
- 캐나다 건축법(National Building Code)
- 미국 소방협회(NFPA) 표준

규격간에 불일치가 있는 경우에는 원자력 안전에 관한 문제에 있어서는 CSA-N293이 다른 규격보다 우선하며, 반면에 원자력 안전에 무관한 문제에서 대한민국 소방법이 우선한다.

CSA표준은 화재에 대한 적절한 방호를 하기위해 계획되고 감사되는 일련의 활동을 제공하는 소방 프로그램을 담고있다. 이 프로그램의 주된 목적은 화재에 의해 일반공중에게 방사능물질이 방출될 위험이 심각할 정도로 증가되지 않도록 함이다. 이 목적을 달성하기 위해 화재를 예방하거나 진화하는데 필요한 기준(criteria)을 설정함으로써 다음의 안전기능들이 발전소 내의 있을 수 있는 모

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

든 화재시에 동작될 수 있다.

가. 발전소 정지 : 최소한 둘중 하나의 발전소 정지계통이 가용상태로 남아있어야 한다.

나. 열 제거 : 잔열(decay heat)을 제거하기 위하여 최소한 한 그룹의 계통이 가용상태로 남아있어야 한다.

다. 원자로건물 : 원자로 건물 내에서 핵분열 생성물은 정상계통 경계 내에 잔류하거나 선량한도 규제치(regulatory dose limits)를 넘지않는 범위까지는 원자로건물 경계 안에 있어야 한다. 원자로 건물 밖의 방사능 물질에 있어서의 화재는 그러한 방사능 물질을 갖고있는 계통 경계의 파괴를 야기해서는 안되며 방출량은 허용한도 이내이어야 한다.

라. 감시 및 제어 : 안전기능들이 작동될 수 있고 발전소 상태가 감시될 수 있을 정도로 한군데의 제어지역과 충분한 제어장비가 가용하여야 하며 출입가능해야 한다.

마. 보조 지원 : 필요한 안전기능을 유지하기 위한 핵심적인 보조기능을 수행할 계통 또는 구성부품들이 충분히 유지되어야 한다.

CSA 표준은 개인의 안전과 경제적 손실에 관한 요건도 언급하고있다.

안전 기능은 그룹1과 그룹2의 두개 계통 및 기기의 그룹에 의해 수행된다. 두 그룹에 영향을 미치는 공통된 원인으로 생긴 사고를 막기위한 안전개념은 안전설계기준 86-03650-SDG-004의 그룹화와 격리에 언급되어 있으며, 특히 화재에 관해서는 86-03650-SDG-005에 언급되어있다. 일반적인 개념으로서, 격리에 의한 소방은 안전계통들과 화재 위험지역들 사이와 중첩된 안전구성부품들과 회로들의 사이에 설치한 구조적인 장벽들(즉 벽과 바닥등), 열린 공간들과 국지 화재방벽들의 조합에 의해 이루어진다. 이렇게 하므로써 소화활동을 최소로

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 1

1996. 7

하면서도 그 화재의 결과는 수용가능 할 것이다.

CSA표준에 나와있는 특정한 거리(그룹1과 그룹2의 구성부품간은 6 m, 같은 그룹간은 2 m)의 격리는 불가능하며, 표준에 맞는 허용된 예외사항들이 표준에 의해 허용된다. 이 예외사항들은 각 지역에서의 화재에 대한 세부적인 고려, 구성부품이 화재로 인해 입을 손상가능성, 화재로 인해 손상을 받은 지역의 외부에 있어서의 구성부품이나 계통의 중첩에 의한 안전기능의 성능, 그리고 국지 방벽과 차폐물들의 설치등에 근거를 두었다.

화재는 냉각재 상실사고나 이와 유사하게 낮은 확률의 설계기준사고와 함께 일어나지 않는 것으로 간주된다. 지진의 경우, 대규모의 인화성 액체나 가스를 포함하는 계통 혹은 구성부품은 품질인증된 방벽들에 의해서 주요 안전관련 계통들로부터 격리되거나 품질요건에 맞추고있다. 안전관련 설비들이 있는 지역에서 일어날 수 있는 작은 화재는 적합하게 품질인증된 휴대용 소화기로 소화시킬 수 있다. 스프링 쿨러 계통은 지진 발생후 작동하도록 요구되지 않으므로 일부 내진이 적용되는 장소의 소화기들은 지진시 위치를 유지하여 내진 설비에 손상을 주지 않아야 한다.

광범위한 설계요건에 따름과 동시에 발전소 전지역에 대한 소방설계의 적합성 여부를 확인하기위하여 상세한 화재위험평가(Fire Hazard Assessment)가 실시된다.

발전소 전지역에 대한 예비화재평가보고서(참고문헌 9.6-1,2 및 3)가 작성되었으며 이는 소방계통의 상세설계의 기준이 된다. 화재평가방법론에는 다음 사항이 포함된다.

가. 가연물질의 정의

나. 화재의 발생과 성장에 대한 평가

다. 화재의 결과에 대한 평가

특별히 각 구역에서의 가능성이 있는 발화 수단들이 파악되었고 화재

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

진압 계통의 비가용성을 가정한 설계기준화재가 연소력이 있는 열의 방출에 의한 화재구역과 그 구역의 바닥지역에 대해 평가되었다. 인접지역에 대한 화재의 영향에 대해 검토하였고 화염의 격리/방벽의 요구사항들을 제시하였다.

9.6.1.2 계통 설명

소화수 계통은 월성 1호기와 2호기가 공유하며 이를 위해 비상급수 계통(EWS) 저수조를 소화수 공급용으로 사용한다. (계통 흐름도 참조). 소방계통 펌프는 월성 1,2호기의 비상 급수 계통의 펌프하우스에 설치된다. 건물 격리나 소방용 방벽들은 한 호기내에서의 화재를 인접 호기로 확산되는 것을 막아준다.

소화수 계통에는 3대의 펌프가 있으며, 토출 압력 1,000 kPa(g) (145 psig)에서, 용량 156 //sec(2,083 Igpm) 100% 용량의 수평형 소화수 펌프 2대와, 용량 3.4 //sec (45 Igpm) 충압펌프(jockey pump) 1대가 정수(fresh water supply) 계통으로 부터 소화수를 공급한다. 주 소화수 펌프는 CSA표준에 명시된 대로 최대 사용처인 발전소 변압기 살수계통(5700 l/min)과 안전설계지침 SDG-005에 기술된 호스 유량 3200 //min 에 맞도록 선정되었다. 충압(jockey)펌프는 주소화수 펌프의 2%의 용량을 갖는다. 두 호기의 발전소용으로서 254 mm (10 inch) 직경의 관이 달린 직경 305 mm (12 inch)의 매설 주관을 통해 옥외 소화전과 옥내 건식살수(deluge) 계통, 옥내 소화전 및 자동/수동식 스프링클러 계통등 양호기의 소화설비에 소화수를 공급한다. 또한, 2호기와 3호기 사이에 연결된 주관을 통해 비상시 1,2호기(또는 3,4호기)의 소화수 펌프를 이용하여 3,4호기(또는 1,2호기) 소화수계통으로 소화수를 공급 할 수 있다.

월성 3,4 호기에서도 월성 3,4 비상급수 계통 저수조 펌프 하우스 내에 설치된 소방펌프들과 함께 유사한 배치를 하고 있다.

소방 펌프들은 3급 전원의 공급으로 동작되며, 각각 분리된 모선에 연결되어 있다. 즉, 이 배열방식은 CAN/CSA-N293-M87의 6.4.7(d)의 요건에 일치한다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

가. 원자로 건물

원자로 건물내의 소화는 최소한 휴대용 소화기와 옥내소화전으로 가능해야한다.

원자로 건물내의 모든 출입가능 지역은 휴대용 소화기와 옥내 소화전 두가지로 방호되도록 설계된다.

휴대용 소화기는 NFPA 10에 따라 선정, 설치된다.

옥내소화전은 어떠한 화원에라도 서로 다른 두개의 호스를 통한 수류가 도달할 수 있도록 설계된다. 이 계통은 NFPA 14 및 803의 요건에 준하여 설계한다.

중요구역(critical area)에는 주제어실로 경보장치가 연결된 연기감지기와 고정식 소화기 계통을 설치한다. 화재 위험도 분석은 가연물질의 형태와 안전 관련 계통과 발전소 각지역에 있는 종사자들에게 미치는 화재 위험도를 고려하여 감지기와 소화기의 배치의 적합성을 확인한다.

나. 터빈 건물

터빈 건물 내부의 소화 설비는 다음과 같이 구성된다.

- 습식 스프링클러 계통
- 옥내 소화전 및 호스 설비

자동/수동 선행형(preaction type) 스프링클러는 증기발생기 급수 펌프와 케이블트레이실을 보호하며, 물분사(water spray)형은 고압 스위치기어 전동기 제어 센터와 배터리 실과 변압기 지역에 설치된다. 자동/수동식 살수형 스프링클러 계통은 등급3 예비디젤발전기와 터빈 보조건물의 배관터널에 쓰인다.

터빈 건물내의 여타 지역에는 습식 스프링클러 계통이 설치된다.

다. 원자로 보조 건물

원자로 보조 건물에는 옥내 소화전과 더불어 자동 습식 스프링클러와

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

휴대용 소화기가 설치된다. 물의 사용이 적합하지 않은 곳에는 적절한 다른 설비가 설치된다.

모든 건물의 외부지역 소화와 옥외 변전소에 있는 장비의 소화는 옥외 소화전으로 하고, 주변압기와 기동변압기(service transformer)의 소화는 건식 살수 계통으로 한다. 위의 계통들과 연계하여 경보용으로 연기감지기가 설치된다.

터빈건물 및 원자로 보조 건물내의 위험이 적은 구역은 휴대용 분말 소화기와 옥내소화전 설비를 설치한다.

터빈건물 및 원자로 보조 건물의 모든 일반 출입구역은 최소한 2 군데 이상의 옥내소화전의 방호 범위내에 들도록 충분한 소화전을 설치하며, 분사된 소화수가 작동중인 전기기기에 손상을 일으킬수 있는 지역에는 물 분무(water fog) 방식이 가능한 호스 노즐을 설치한다.

라. 삼중수소제거설비 건물

삼중수소제거설비 건물내의 소화는 최소한 휴대용 소화기와 옥내소화전으로 가능해야 한다.

삼중수소제거설비 건물내의 모든 출입가능 지역은 휴대용 소화기와 옥내소화전 두가지로 방호되도록 설계된다.

휴대용 소화기는 NFPA 10에 따라 선정, 설치된다.

옥내소화전은 어떠한 화원에라도 서로 다른 두개의 호스를 통한 수류가 도달할 수 있도록 설계된다. 이 계통은 NFPA 14및 국내 소방법의 요건에 기준하여 설계한다.

9.6.1.3 안전성 분석 (화재 위험도 분석)

최종 분석(최종 설계 검토)시 다음단계를 따른다.

가. 발생된 설계기준 화재

나. 분석 결과

다. 손상의 분석

이 분석은 발전소 소방설계의 전반적인 적합성을 검토하기 위하여 행한다. 이 분석으로써 예비 분석의 내용을 확립하며 소방수단이 있음이 확인된다.

9.6.1.4 검사 및 시험 요건

계통 편람, 적용할 규격, 대한민국 소방법등에는 소방계통의 설치시의 건전성을 증명하기 위한 건설기간 동안의 설치, 시험과 검사에 대해 정의되어 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 36

2001. 1. 29

다음의 소방 설비들은 주기적인 시험과 검사를 받는다.

가. 화재 경보 및 감지 계통

나. 자동 습식 스프링클러 계통

다. 자동/수동 선행(preaction)형 스프링클러 계통

라. 자동 살수 계통

마. 수동 살수 계통

바. 이산화탄소 계통

사. (삭 제)

아. 소방 펌프류

자. 방화벽(벽, 방화문, 관통부 밀봉(penetration seals), 방화댐퍼, 방화 철구조물(structural steel fire protection))

차. 수동 화재 진압기(manual suppression) (소방호스, 소화전(hydrants), 휴대용 소화기)

카. 화염을 완화하기에 최적인 장소에 최소 갯수만을 설치한 천이 연소 지역

타. 소방대원과 간부를 위한 소방계통의 운전, 기계류의 작동중단, 수동/자동 계통의 사용에 관한 명확한 지침의 공시등에 관한 설명서

자동 살수 및 물 분무설비는 이 설비들을 동작시키고 게이트 밸브가 닫혀진 채 모든 구성 부품들이 요구된 대로 동작하는 지를 확인함으로써 실제로 시험된다. 각 자동 스프링클러 설비는 언제라도 검사자의 시험용 연결을 통해 시험될 수 있다.

고장난 기기와 구성부품들은 행정 절차를 통해 관리되고 적절히 수리될 것이다. 이 프로그램은 소방 계통의 모든 손상이 파악되고, 적절히 통보되도

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

를 요구하고있다. 상태나 손상등이 근거만 확실하다면, 기기의 수리와 사용처로의 복원에 효과적이며 시기적절한 조치에 더하여 보상받을 방법까지 보수작업에 포함될 것이다.

기계 및 전기용의 관통부에 있는 소방용 밀봉부는 ASTM E-814나 IEEE-634의 요건에 따라 시험한다.

완벽한 검사는 현장 품질관리 절차 및 관행에 따라 모든 구성품의 위치, 케이블 설치, 그리고 연결부 등에 대해 이루어진다. 현장 품질관리 절차에서는 포인트들을 따라가는(point-to-point) 전선 검사, 고전위 절연체(highpotential dielectric) 시험, 그리고 성능시험등을 하여 문서화한다.

9.6.1.5 개인 자격관리 및 훈련

9.6.1.5.1 소방 기술자

한국전력공사 내에 또는 컨설턴트로서 대학의 공학과정을 졸업하고 관련 기술경험이 6년이상이며 소방업무에 3년이상 종사한 소방기술자가 있다.

월성 3,4호기의 소방 프로그램의 작성 및 적용에 직접적인 책임이 없더라도 소방기술자는 다음 업무의 담당자를 지원한다. | 54

- 가. 화재 피해도 분석의 준비
- 나. 소방설비의 설계 및 선정
- 다. 소방계통의 설비 전체의 검사 및 시험
- 라. 소방 프로그램의 개발
- 마. 운전중인 발전소의 소화활동 연습의 지원

필요하다면 소방기술자가 아니더라도 소방계획과 계통에 대해 소양이 있는 한전 직원이나 컨설턴트는 소방기술자를 지원한다. 예를 들어, 소방기술자

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

는 소방 훈련계획의 적절성을 검토하고, 실제 연습은 다른 사람들에 의해 실시되는 것 등이다.

9.6.1.5.2 행정 절차

소방계획은 월성 3,4호기의 건설을 포함하여 정상적인 운전시까지 계속 | 54
보완될 것이다. 발전소 보안부서의 관리자는 화재 피해도 분석의 주기적인 수정,
소방대 계획의 작성, 적용 및 수정, 화재 발생을 최소화하기 위한 절차의 개발,
소방장비의 정비 및 검사, 그리고 발전소 소방대의 훈련(training) 및 연습(drill)
등의 책임이 있다.

9.6.1.5.3 훈련

소방훈련은 전 발전소의 인원에 대해 일년에 두차례 실시하며, 연습은
민방위 훈련의 일부로서 매월 실시한다. 소방대원은 방사능 및 보건물리학적 고
려를 포함한 소방활동과 구조업무의 정규훈련 및 실습(practice)을 받는다.

9.6.1.5.4 비상 조치 계획

비상 조치 계획도 작성 유지한다. 이 계획에는 화재경보와 소방계통
감시경보에 대한 응답, 이 계획에 들어 있는 인원에 대한 통고, 소방활동에 직접
관여하지않는 인원의 소개(evacuation), 공공 소방대의 출입과 교통 및 인원 통제
를 위한 경비대(security forces)와의 협조, 소화 활동, 계획의 실용성을 확인하기
위한 주기적인 연습, 그리고 화재 발생시의 통제실 요원들의 활동등이 포함되어야
한다.

9.6.2 통신 설비

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

9.6.2.1 방송 설비

방송 설비는 근무자에게 공지 사항이나 일상적인 안내방송을 위한 설비이다. 제어기(controller)는 주제어실, 터빈보조건물과 주사무실에 설치되어 있다. 운전원이 확성전화 스피커로 안내방송을 할 수 있도록 확성전화 설비를 방송 설비에 수동 접속할 수 있도록 되어 있다. 발전소내 어느 장소에서도 들을 수 있도록 확성기가 설치되어 있다.

9.6.2.2 전화 설비

소내 전화 설비(PAX)는 발전소내 어느 지역과도 통화 가능하다. 전화기는 주제어실, 사무실 및 설비 시설 지역에 위치한다. 사설 전화 설비(PABX)는 각 발전소의 주요 장소간의 통화 설비와 국선(Korea Public Network)이 포함되어 있다.

외부로부터의 수신과 지정된 소내 구역으로부터의 발신은 교환수를 통하여 이루어진다.

9.6.2.3 보수 작업용 통신 설비

작은 보수나 시험 작업이 요구되는 지역에는 특정 지역과 통화 가능토록 플러그를 이용하여 통화할 수 있는 설비를 최적 위치에 설치한다.

헤드셋(headset)은 현장에 설치된 리셉터클(receptacle)에 플러그를 이용하여 사용할 수 있다.

9.6.2.4 확성 전화 설비

확성 전화 설비는 발전소내 어느 곳이나 통화가 가능하도록 설비 되어

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

있다.

송수화기와 확성기로 이루어져 있으며 운전원 사무실, 주요기기 부근 및 계단 근처에 위치한다. 송수화기는 자체 증폭기와 음량 조절기를 가지고 있다.

확성 전화 설비는 일제확성(page line)과 개별 통화(party line)의 기능을 갖고 있으며 개별 통화는 5회선으로 이루어져 있다. 소내 통신은 일제확성 채널로 특정 상대를 호출한 다음 5회선중 1회선으로 개별 통화를 할 수 있으며, 이와 같은 방법으로 나머지 회선도 이용 가능하다.

경보음을 발생시켜 피난 경보 설비의 예비용으로 사용한다.

9.6.2.5 피난 경보 설비

피난 경보 설비는 소내 어느 곳이나 경보를 할 수 있도록 되어 있다. 경보와 경보음 발생기는 피난 경보 스위치반에서 조작하며, 고소음 지역에는 경보등을 설치한다.

스피커는 운전원사무실, 방사능 지역, 주요 제어반과 통로 및 계단 부근에 설치한다.

확성 전화 설비와 함께 제 2의 피난 경보 설비의 예비용으로 사용한다.

9.6.2.6 플라스틱 방호복 통신 계통

작업자가 플라스틱 방호복을 착용하고 유지·보수 작업을 해야 할 장소에 제공되는 설비이다.

이 계통은 고무호스와 호흡용 공기 분배기에 공기공급 통신선 및 커넥터를 집합시켜 공기를 연결하는 작업자가 동시에 통신연결을 할 수 있는 장점이 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

이 계통은 서로 협의할 수 있는 양방향 통신 성능을 가지며, 휴대형 헤드셋용 리셉터클은 유지·보수와 시험시 사용할 수 있도록 각 원자로 건물에 걸쳐서 필요 요소에 배치되었다.

9.6.2.7 사고후 감시 통신 계통

가상사고후 비상전원 공급 계통과 비상급수 공급 계통의 초기 활성화 및 후속 감시를 하는 동안 발전소 운전원과 현장 직원간의 고품질의 신뢰할 수 있는 음성 통신로를 공급하기 위한 설비이다.

사고후 감시 계통은 두 발전소 (1호기와 2호기 및 3호기와 4호기)의 주 제어실과 제 2 제어실 사이와 1호기 및 3호기내 비상급수 공급 계통과 비상 전원 공급 계통 사이의 통신 선로이다. 이 계통은 정상 통신 계통과는 독립되어 있다.

9.6.2.8 폐쇄회로 T.V. 설비

폐쇄회로 T.V. 설비는 다음목적을 위하여 설치한다.

1. 핵연료 장전작업과 사용후 핵연료 이송계통 운전과 같이 고방사능 때문에 출입이 통제되는 지역의 감시

2. 위와 같은 작업시 출입자의 방사능 피폭 감소

이 설비는 원자로 건물내에 영구히 설치되는 폐쇄회로 T.V. 카메라와 감시/제어용 유니트의 접속기구와 케이블로 구성되어 있다. 필요시 이동 삼각대에도 용이하게 설치할 수 있다. 12

CRT 감시 화면은 주제어실의 핵연료 취급제어반 위에 설치된다.

이 카메라는 팬 (pan), 틸트 (tilt), 줌렌즈, 초점조절등 모두 원격조정 가능 하다.

카메라는 분해가 용이 하도록 설치 되어 있다. 카메라와 원격조정기구

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 3

1997. 12

는 감시/제어용 유니트로 부터 120V 2급전원을 공급 받는다.

9.6.3 조명 설비

상시등은 4급 전원에서, 필수등은 3급 전원의 배전계통에서 공급받는다.

출구 표시등과 제어실과 같은 특정 지역은 비상등이 사용되는데 축전지로 부터 인버터를 통하여 공급되는 2급 전원을 공급받는다.

9.6.4 예비 디젤발전기 연료 저장 및 이송 계통

9.6.4.1 설계기준

디젤발전기 연료 저장 및 이송 계통의 설계기준은 각각의 3급 전원용 디젤 발전기에 7일간의 전부하 운전에 충분한 저장 용량을 갖추는 것이다.

일일 탱크는 각 엔진이 6500kw의 정격부하로 8시간 운전 할 수 있는 연료를 저장한다. 각 디젤 발전기에 두대의 모터 구동용 연료 이송 펌프가 설치되어 있다. 각각의 연료 이송 펌프는 디젤 연료 저장 탱크로부터 최대 필요 유량을 만족하는 충분한 압력 및 유량으로 일일 탱크까지 연료를 이송 할 수 있다. 어떤 특별한 내진 조건도 이 계통 설계에는 적용되지 않는다.

9.6.4.2 계통 설명

예비 발전기와 12M³ 연료 일일 탱크는 []에 위치하고 있다. 각 디젤 발전기는 132.5M³ 용량인 전용 연료 저장 탱크 2개와 저장 탱크에서 일일 탱크로 연료를 이송하기 위한 두대의 연료 이송 펌프를 갖추고 있다. 즉, 각 예비 발전기마다 독립된 연료 저장 및 이송 계통을 갖추고 있다. 그러나 비상시 하나의 디젤발전기는 다른 디젤발전기의 연료 저장 계통으로부터 연료를 공급 받을 수 있는 장치가 마련되어 있다. 연료 저장 탱크는 건물 밖 지하에 설치되어 있다. 총가용연료는 일일탱크와 연료저장조의 260.3M³가 된다. 이저장용량은 7일가동에 필요한 255M³를 충분히 만족시킨다.

엔진에 연료를 공급하기 위하여 두대의 펌프(한대는 용적형 엔진 구동형 펌프이고 다른 한대는 원심형 구동 펌프)가 디젤발전기 엔진에 설치 되었다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

엔진축 구동 펌프는 엔진 작동중 연료유를 순환 공급하고 전동 펌프는 시동시 또는 비상시 엔진에 연료유를 공급한다. 자동 여과기가 디젤엔진 연료유 공급관 입구에 설치되어 있다.

9.6.4.3 안정성 평가

안전설계기준 (86-03650-SDG-001 "안전성 관련 계통")에 따라서 이 계통은 안전성 관련 계통으로 분류된다. 비상 발전 설비가 최대의 신뢰성을 갖도록, 일일 탱크의 수위 제어에 의해 작동되는 두 대의 연료이송 펌프가 각 계통마다 설치 되었다. 펌프, 제어장치, 밸브 및 여과기들은 연료저장 탱크 부근의 지하실에 설치되어 있다.

9.6.4.4 검사 및 시험 요건

펌프는 주기적으로 작동하여 필요시 운전가능 함을 확인한다. 예비 발전기 연료유 계통의 운전 가능성은 발전기의 계획된 정기 시험 가동중 확인된다. 초기 신연료유는 연료저장탱크에 장입하기 전 물과 침전물, 동점도, 밀도, 인화점이 산업통상자원부 고시(제2016-20호)의 기준치를 만족하는지 확인하여야 하고, 기타 항목들은 시료채취 및 저장탱크에 주입한 이후 31일 이내에 동고시의 기준치 이내임을 확인하여야 한다. 또한, 연료저장탱크의 연료는 최소한 3개월에 한번씩 연료를 시료채취하여 동점도, 물과 침전물이 산업통상자원부 고시(제2016-20호)의 기준치 이내에 있음을 확인하여야 한다.

9.6.5 예비 디젤발전기 냉각수 계통

각 디젤발전기는 고온 냉각수 회로와 저온 냉각수 회로로 구성된 폐회로 냉각수 계통을 갖추고 있다. 고온 냉각수 회로는 실린더, 실린더 헤드, 배출 밸브 및 연료 주입 노즐과 같은 기계 부품의 냉각에 사용된다.

고온 냉각수로 흡수된 열은 저온 냉각수 회로의 열교환기를 통하여

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 3

1997. 12

배출된다.

엔진 정지시 엔진 기동을 용이하게 이루어질 수 있는 온도로 엔진을 유지하기 위하여, 고온 냉각수 회로는 예열 회로로써 운전된다. 이 목적을 위하여 전기 가열기가 설치되어 있다.

고온 냉각수 회로는 팽창탱크, 엔진 구동 순환 펌프, 모터 구동 비상 펌프, 고온/저온 냉각수 열교환기 각 한대 및 예열 회로로 구성되고 예열회로는 고온 냉각수/윤활유 열교환기, 전기 가열기 및 모터 구동 순환 펌프로 구성되어 있다.

저온 냉각수 회로는 엔진구동 순환 펌프, 모터구동 비상 펌프, 팽창 탱크 및 저온 냉각수/해수 열교환기로 구성되어있으며 윤활유 회로, 고온 냉각수 회로 및 터보차저 배출 공기를 디젤 엔진 작동중 냉각시키는데 사용된다. 디젤발전기 운전기 저온 냉각수/해수 열교환기에 사용되는 바닷물은 기기 냉각 해수 계통으로 부터 공급된다.

예비 발전기 비상 냉각수 계통은 두(2)대의 100% 용량의 디젤 발전기 비상 냉각수 펌프(7110-P7753,P7754)로서 구성되며 기기 냉각 해수 계통을 보완하도록 설치 되었다.

4급 전원이 상실되면 최소한 한대의 예비 발전기가 자동적으로 기동된다. 기기 냉각 해수 펌프는 정해진 기동 순서에 따라 첫번째로 기동 되지 않기 때문에 예비 발전기가 정격 속도에 다다른후 엔진 고온도(엔진 냉각수 온도가 50℃ 이상) 또는 기기 냉각 해수 저압력 신호에 의하여 디젤 발전기 비상 냉각수 펌프가 작동 된다.

한대의 기기 냉각 해수 펌프가 가동되고 기기 냉각 해수 계통의 압력이 정상적으로 올라가면 작동중인 디젤 발전기 비상 냉각수 펌프는 정지된다.

9.6.6 예비 디젤 발전기 기동 계통

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 3

1997. 12

기동용 압축공기 회로는 각 엔진 실린더 뱅크용으로 두(2)개가 있으며 각 회로는 압축 공기 탱크를 통하여 엔진 기동 압축 공기 인입 분기관에 독립적으로 직접 연결된다.

한쪽의 실린더 뱅크를 제어하는 각 엔진 공기 기동 밸브는 전기-공기 구동 밸브에 의하여 자동으로 또는 엔진에 부착되어 있는 수동식 공기구동 밸브에 의해 수동으로 작동 시킬 수 있다.

각 기동용 압축 공기회로는 하나의 공기 압축기와 하나의 압축 공기 탱크로 구성된다. 공기 압축기 한대는 전기모터 구동이고 다른 한대는 시동장치, 연료 공급 장치등이 장착된 자체 엔진에 의해 구동되는 압축기 이다. 이것은 소내 정전시 디젤 발전기를 시동하는 최소한 하나의 방법을 확보할 수 있게 한다. 각 압축기는 40 ± 2 bar의 압력으로 $136 \text{ std.M}^3/\text{h}$ 의 공기를 압축 탱크에 공급 할 수 있으며 탱크의 용량은 2000ℓ이다.

디젤 발전기를 기동할 때 압축 공기는 압축 탱크로부터 디젤 엔진에 설치된 공기 기동 밸브를 통하여 엔진에 보내진다. 기동용 공기는 여과되고 유회된다. 디젤 발전기는 단지 한쪽의 실린더 뱅크 공기 기동 계통을 사용하여 기동시킬수 있으나 정상시에는 양쪽 실린더 뱅크 공기 기동 계통을 모두 사용하여 시동 하므로써 신뢰도 및 가동율을 높인다.

9.6.7 예비 디젤 발전기 유회 계통

유회유 계통 회로의 목적은 엔진 부품(베어링, 피스톤 라이너, 터보차저 베어링, 펌프 등)의 유회, 엔진 내부의 청결 유지, 피스톤 헤드의 냉각 및 부식과 산화를 최소화 시키는 것이다.

용적형 엔진 구동 펌프로는 엔진 크랭크 케이스에 위치한 오일섬프로 부터 유회유를 흡입하여 계통으로 유회유를 순환시킨다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 8

1998. 12. 23

펌프로부터 토출된 윤활유는 저온냉각수/윤활유 열교환기에 의해서 냉각되고 여과기를 거친후에 여러 엔진 윤활 계통에 분배된다. 엔진이 대기중일 때 윤활유를 예열 상태로 유지하기 위하여 윤활유 예열 회로가 설치되어 있다. 윤활유는 오일섬프로 부터 직접 전기 구동 용적형 펌프로 양수되어 고온 냉각수 계통의 예열 회로에 의해서 가열된후 여과기를 거친후 여러 엔진 윤활 계통으로 분배 된다.

9.6.8 예비 디젤발전기 공기 흡입과 배출 계통

공기 흡입 회로는 외부 공기를 여과시켜 엔진에 있는 두대의 터보차저로 공급하는 것이다. 건물 밖의 공기를 2개의 공기창과 2대의 여과기를 통하여 흡입한다. 흡입된 공기는 공칭직경이 32인치인 2개의 공기덕트와 소음기를 거쳐 엔진에 공급된다. 배출 가스 회로는 두대의 터보차저 배출구로 부터 엔진 배출 가스를 모아서 40인치 덕트와 소음기를 통해 건물 밖으로 내보낸다. 실린더 온도 및 터보차저 입구와 출구의 배출 가스는 엔진 제어반에 설치된 온도 조절기에 의해서 제어 된다.

9.6.9 비상디젤발전기 계통

비상디젤발전기는 각각 자체의 연료저장탱크, 한대의 연료이송펌프, 그리고 관련 디젤 엔진에 연료를 즉시 공급할 수 있는 한대의 연료 일일탱크로 구성된다. 연료저장탱크의 합동 설계용량은 각각의 디젤발전기가 1,032kW 최대부하로 7일간 운전 가능토록 되어있다. 각 연료일일 탱크는 최대부하에서 2시간 동안 운전 가능토록 설계되어있다. 비상전원계통의 모든 부품 및 시설은 설계기준지진에 견딜수 있도록 설계되었다.

두대의 연료저장탱크는

저장탱크는 각각 5,804갈론 (26.387m³)의 가용용량으로, 디젤발전기가 각각 1,032kW 최대부하로 3.5일간 운전 가능토록 충분한 연료를 공급한다. 각각의 엔진은 두 저장탱크간 상호 연결된 배관을 통해 어느 탱크에서나 연료를 공급받을 수 있다.

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 3

1997. 12

각 디젤발전기의 전동구동식 연료이송펌프는 디젤 격실 바닥준위 아래의 피트지역에 위치한다. 펌프는 연료저장탱크에서는 엔진부근에 장착된 일일탱크로 연료를 이송한다. 일일탱크와 엔진을 연결하는 연료 공급배관에는 여과기 한대가 설치되어 있다. 엔진에서 일일탱크로 연료회송배관이 연결되어 있다.

냉각계통은 한대의 송풍식 방열기로 송풍기의 용량은 $2,295\text{m}^3$ 이다. 냉각재는 에틸렌 글리콜용액으로 엔진구동 원심 펌프 한 대로 엔진냉각계통을 순환한다. 냉각재 용량은 440리터이고, 운전압력은 7 psig (48.3 kPa), 운전온도는 85°C 이다.

기동계통은 각각 4대의 24V 직류 축전지, 한대의 24V 직류 이중기동전동기와 한 대의 20암페어 충전기로 구성된다. 축전지는 점화속도로 엔진을 6회 기동시킬수 있는 충분한 용량을 갖는다. 각 기동간격은 10초이며, 기동가능 최저주변온도는 -15°C 이다.

윤활계통의 주요부품은 각각 윤활유탱크, 여과기, 펌프, 냉각기 및 크랭크케이스 저수조등이다. 윤활유 탱크는 100갈론 (0.45m^3) 용량으로 엔진 주변의 구조물 스탠드에 장착된다. 크랭크케이스는 845리터 용량이다. 운전온도는 95°C 이고 정상운전시 윤활유 소비량은 시간당 0.95리터이다.

공기는 바깥에서 각 디젤발전기방의 발전기쪽에 위치한 공기흡입루버를 통해 유입된다. 방열기 송풍기는 바깥공기를 흡입루버를 통해 유입하여, 엔진을 냉각시킨후, 반대편벽에 준비된 배기루버를 통해 대기로 방출한다. 방열기와 배기루버사이에는 하나의 도관이 설치된다. 유입공기의 일부는 터어보차저를 통해 엔진으로 흡입된다. 양편에 마련된 여과기를 통해 깨끗한 공기가 터어보차저로 유입된다. 공기와 혼합된 연료는 흡입밸브를 통해 흡입된후 나중에는 출구밸브와 배출소음기를 통해 대기로 방출된다.

3

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

개정 3
1997. 12

9.6.5 참고 문헌

- 9.6-1 Uhm, S/Forrest, G. Final Fire Hazard Assessment, Service Building(Excluding Control Equipment Area, Secondary Control Area and HPECC Building) 86-71400-0051-00-DR-A | 3
- 9.6-2 Uhm, S/Forrest, G. Final Fire Hazard Assessment, Turbine Building/ Service Building Control Equipment Area, Secondary Control Area and HPECC Building | 3
- 9.6-3 External Analysis Report, Fire Hazard Assessment, Wolsong 2, 86-03620-AR-005



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)
원자력발전 3,4호기
허용 인접성 분석 보고서

타원 건물, 비상급수 펌프하우스, 배수 펌프
하우스 및 속터 조방수 계통 흐름도(1/2)

작성 일자: 2011. 11. 11



한국수력원자력(주)
원성원자력3,4호기
리중 안전성 분석 보고서

터빈 건물, 비상급수 펌프하우스, 계수 펌프

하우스 및 속의 소방수 계통 흐름도(2/3)

그림 9.6-1

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국전력공사
김성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

터빈 건물, 비상급수 펌프하우스, 해수 펌프
하우스 및 육의 소방수 계통 흐름도(3/3)

그림 9.6-1



 <div>한국전력공사 월성원자력 2,3,4호기 최종 안전성 분석 보고서</div>	터빈 건물과 옥외 소방용 스프링클러 계통 흐름도(1/3) 그림 9.6-2
---	--



한국전력공사
월성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

터빈 건물과 옥외 소방용 스프링클러

제통 흐름도(2/3)

그림 9.6-2



한국전력공사
월성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

터빈 건물과 옥외 소방용 스프링클러

계통 흐름도(3/3)

그림 9.6-2



한국전력공사
월성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

원자로 건물 소방수 계통 흐름도

그림 9.6-3



	한국수력원자력주식회사 월성3,4호기 최종안전성분석보고서
원자로 보조건물 소방 흐름도 그림 9.6-4	



한국수력원자력(주)
한국수력원자력주식회사
월성3,4호기 최종안전성분석보고서

원자로 보조건물 소방용 스프링클러 계통
흐름도

그림 9.6-5



한국전력공사
월성원자력 2,3,4호기
최종 안전성 분석 보고서

EPS와 중수 건물 소방 흐름도

그림 9.6-6