

# 제 8 장

## 전 력 계 통



## 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

### 목 차

		<u>페이지</u>
8.	전 력 계 통	8.1-1
8.1	서 론	8.1-1
8.1.1	개 요	8.1-1
8.1.2	일반 설계 기준	8.1-3
8.2	소외전력 계통	8.2-1
8.2.1	일반 사항	8.2-1
8.2.1.1	송전 계통	8.2-1
8.2.1.2	옥외개폐소	8.2-2
8.2.1.3	옥외개폐소 차단기 제어 및 지시	8.2-3
8.2.1.4	일반 설계 기준	8.2-3
8.2.2	분석	8.2-3
8.3	소내전력 계통	8.3-1
8.3.1	일반 사항	8.3-1
8.3.1.1	전력 계통 등급	8.3-1
8.3.1.2	다중 계통	8.3.3
8.3.1.3	주출력 계통	8.3-4
8.3.2	소내 전력 계통	8.3-6
8.3.2.1	13.8kV와 4.16kV 배전 계통	8.3-6
8.3.2.2	부하배분	8.3-7a
8.3.2.3	예비전력 계통(등급3전원)	8.3.-7b

84

3

3

3

54

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

목 차

페이지

8.3.2.4	자동절체 계통	8.3-7j	3
8.3.2.5	480V 배전 계통	8.3.-8	
8.3.2.6	무정전전원 공급장치(UPS)	8.3-8d	
8.3.3	전기설계 기준서	8.3-9b	
8.3.3.1	전기기기 배치	8.3-9b	
8.3.3.2	회전기기 용량 선정	8.3-9c	
8.3.3.3	전기회로 보호	8.3-9c	
8.3.3.4	전선로 분리	8.3-9d	
8.3.3.5	식별번호	8.3-9e	
8.3.3.6	전력 및 제어/계측 케이블	8.3-9g	
8.3.4	보조전력 계통	8.3-10	54
8.3.4.1	접지 설비	8.3-10	
8.3.4.2	전력계통 접지	8.3-10	
8.3.5	비상전원공급 계통	8.3-10	
8.3.5.1	설계요건	8.3-11	
8.3.5.2	운전요건	8.3-11a	
8.3.5.3	설계변경	8.3-11a	
8.3.5.4	내진검증	8.3-11a	
8.3.5.5	신뢰도 해석	8.3-11c	
8.3.5.6	시험요건	8.3-11c	
8.3.6	케이블의 화재보호	8.3-12	3

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.7	월성 이동형 발전차 설비	8.3-13	
8.3.7.1	배경	8.3-13	
8.3.7.2	설계기준	8.3-13	
8.3.7.3	장기 소내정전사고(SBO) 대처분석	8.3-14	170
8.3.7.3.1	대처시간	8.3-14	
8.3.7.3.2	대처능력	8.3-14	
8.3.7.3.3	주기시험	8.3-15	
8.3.8	필수정보제공계통 전원설비 보	8.3-16	
8.3.8.1	강배경	8.3-16	
8.3.8.2	목적	8.3-16	
8.3.8.3	전원공급 및 보관위치	8.3-16	183
8.3.8.3.1	전원공급	8.3-16	
8.3.8.3.2	보관위치	8.3-16	
8.3.8.3.3	주기시험	8.3-17	
8.4	참고 문헌	8.4-1	

표 목 차

표	8.3 - 1	등급3 전원 부하접속 (우수)	
		등급3 전원 부하접속 (기수)	102

그림 목 차

그림	8.1 - 1	월성 3, 4호기 소내전력 계통 단선도	
그림	8.2 - 1	월성 원자력 발전소 송전선로도	84



월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

그림 8.2 - 2	월성 원자력 발전소 옥외개폐소 단선도
그림 8.3 - 1	월성 2, 4호기 비상전원공급 계통 단선도
그림 8.3 - 2	월성 3호기 비상전원공급 계통 단선도

84



54

## 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

### 8 장 전 력 계 통

#### 8.1 서 론

##### 8.1.1 개 요

월성원자력 발전소 3,4호기는 345kV 옥외개폐소를 통하여 송전 계통에 연결된다. 월성 3,4호기의 소내전력계통 단선도는 그림 8.1-1과 같다.

84

소내전력을 공급하기 위하여 각 호기별로 기동용변압기 (SST : System Service Transformer)와 소내용변압기(UST : Unit Service Transformer)가 각각 설치되며, 정상운전 상태에서 소내전력은 345kV 송전계통으로 부터 수전하는 기동용변압기와 발전기로 부터 수전하는 소내용변압기에 서 균등하게 공급 받지만 2대의 변압기중 1대가 고장날 경우 다른 1대의 정상운전중인 변압기가 전부하를 담당할 수 있도록 되어있다.

84

기동용변압기와 소내용변압기의 제원은 아래와 같다.

##### 기동용 변압기

상수 : 삼상용

정격 : 59.4/79.2 MVA, ONAN/ONAF, 55℃

전압 : 1차측 : 345kV +5%, -15%, 스타(Star)

2차측 : 13.8kV, 스타(Star)

상결선 : YNyn0(d1)

탭 : 1차측, 부하 탭 절환기, 32 단계

임피던스 : 15.4% (59.4MVA 기준)

121

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

내전압 : 1차 부상/권선 : 1425/1050 kV  
 2차 부상/권선 : 110kV  
 1차 중성점 부상 : 450kV  
 2차 중성점 부상 : 110kV  
 2차측 접지 저항 : 8 옴(Ohms)

#### 소내용 변압기

상수 : 삼상용  
 정격 : 59.4/79.2 MVA, ONAN/ONAF, 55℃  
 전압 : 1차측 : 22kV ±10%, 델타(Delta)  
 2차측 : 13.8kV, 스타(Star)  
 상결선 : Dyn11  
 탭 : 1차측, 부하 탭 절환기, 32 단계  
 임피던스 : 15.3% (59.4MVA 기준)  
 내전압 : 1차 부상/권선 : 150kV  
 2차 부상/권선 : 110kV  
 2차 중성점 부상 : 110kV  
 2차측 접지 저항 : 8 옴(Ohms)

발전소 기동시 소내전력공급은 1,2,3,4호기 공용인 옥외개폐소를 통하여 345kV 송전계통과 연결되어 있는 기동용 변압기가 담당한다.

안전정지 및 비상상태시 필요한 소내전력을 계속해서 공급하기 위하여 각 호기마다 모선 자동절체설비가 구비되며, 또한 예비디젤발전기와 축전지 설비가 구비된다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

3,4호기 소내전력계통에 대한 상세사항은 8.3절에 기술한다.

84

#### 8.1.2 일반 설계 기준

발전소의 전력계통은 원자력발전소에서 특히 요구되는 높은 신뢰도를 만족하기 위하여 선택적인 모선 배열 및 설비의 중첩성 등 일부를 보완하였을 뿐 기본적으로 기존 대용량 화력발전소의 구성과 같다.

54

8.4절에 기술되어 있는 IEEE(미국전기전자기술자협회) 규격은 PWR(경수로) 요구사항의 기준이 되고 있으나, PHWR(중수로)에서는 전력계통 설계의 일반적인 지침으로서만 사용되고, 모든 전기기기 설계는 NEMA(미국전기제작자협회), ANSI(미국국립표준협회), CSA(캐나다표준협회) 및 IEC(국제전자기술협회)와 같은 공업규격을 적용한다.

54

전기기기의 기술사양서에는 해당 공업규격의 요건들이 기술되어 있다.

54

공업규격 이외에 발전소 소내전력계통 설계에는 8.4절에 기술된 설계기준(DC), 설계지침서(DG) 및 안전설계지침서(SDG)가 적용된다.

84

그림 8.1-1은 설계기준서, 설계지침서 및 안전설계지침서의 요건들을 반영한 소내전력계통 단선도이다.

소내전력계통을 구성하는 주요기기의 용량산정은 단락전류 계산서와 전압강하 계산서에 나타나 있다. 이 계산서는 월성 4호기용으로는 8624-50510-0002-DR-A와 8624-50520-0001-00-DR-A, 월성 3호기용으로는 8603-50510-0002-00-DR-A와 8603-50520-0001-00-DR-A 이다.

84

발전소 소내전력계통은 안전성과 신뢰성 측면에서 다음의 주요설계 기준에 적합하게 설계 되었다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

가. 송전계통과 분리되는 결과를 초래하는 사고 이후에도 발전소 자체의 소내전력 공급능력 확보	
나. 이중 모선이나 그 이상의 신뢰도 확보	54
다. 발전소 내에서의 과도기적 사고 뿐만 아니라 송전계통으로부터의 외란상태에서도 안정된 소내보조전력계통 유지	1
라. 모든 전원등급요건을 만족시키고, 각 전원등급별로 자동 및 비상 절체기능 확보	1
마. 단순성 및 경제성 유지	1
바. 필수설비의 보수 가능성을 위한 다중설비 확보	
사. 설비용량 산정시 각 기기의 과잉 스트레스 방지를 위한 설계 여유 확보	54
아. 원자로의 안전정지 및 감시를 위한 전원 확보	

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.

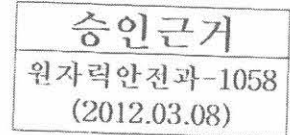
비밀번호



한국수력원자력(주)  
원성원자력 3,4호기  
최종 안전성 분석 보고서

원성 3, 4호기 소내전력 계통 단선도  
그림 8.1-1

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서



8.2 소외 전력 계통

8.2.1 일반사항

월성 3,4호기 소외전력은 한전 전력계통에 연결된 각 2회선으로 구성된 2개의 독립적인 345kV 송전선로에 의하여 공급된다. 이들 송전선로는 월성 원자력 본부 구내에 있는 345kV 옥외개폐소에 연결된다. 발전소 각 호기의 등급 4 부하 전력은 각각 한전 송전망에 연결된 기동용 변압기 및 주발전기와 주변압기 사이에 연결된 소내용 변압기에서 공급된다.

84

8.2.1.1 송전계통

2개의 2회선 송전선로가 월성 1,2,3,4호기 345kV 옥외개폐소에 연결되어 있으며, 송전선로도 그림 8.2-1과 같다.



136

2개의 송전선로 각각은 2회선 송전철탑을 사용하여 격리된 경로로 옥외개폐소에 인입된다. 송전선로 상호간은 철탑붕괴나 단선사고와 같은 단일사고가 모든 345kV 선로가 상실되는 동시사고로 파급되지 않도록 물리적으로 격리되어 있다. 각 송전선로는 여러 가지 환경조건 즉 바람, 온도, 염해, 낙뢰, 홍수 등에 견딜 수 있도록 설계하여 송전선로 고장을 최소화시키고 있다.

57

송전선 및 철탑의 구조설계는 국내규격을 적용하였다. 낙뢰방지를 위하여 각 송전선로 회선 상부에 2개의 가공지선을 설치한다.

57

소외전력은 소내전력과는 별도로 독립적으로 운전할 수 있으며, 보

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

호계전기, 차단기 제어회로 및 전원공급장치를 별도로 구비하여 소외전력 2회선이 동시에 상실되지 않도록 한다. 1

#### 8.2.1.2 옥외개폐소

345kV 옥외개폐소는 월성 1,2,3,4호기가 공동으로 사용한다. 그림 8.2-2는 월성 옥외개폐소 단선도이다. 옥외개폐소는 2개의 모선 분리 차단기에 의해 분리된 4개의 주모선(Main Bus)과 주 모선에 연결된 7개의 베이(Bay)로 구성되어 있으며, 각 베이는 3조의 차단기로 2개 회로를 차단하는 1.5 차단방식으로 되어 있다. 이러한 배열은 정비를 위해 어느 한 개의 모선 또는 어느 한 개의 차단기를 분리하더라도 운전중인 다른 회로 또는 차단기에 지장을 주지 않아서 운전의 융통성, 편의성 및 신뢰성을 높여 준다. 54

옥외개폐소 계통의 고장장전류를 기기정격인 40kA 이내로 유지하기 위해 모선분리 차단기가 설치되며 모선분리 차단기는 정상운전시 열림 상태로 운전된다. 모선분리 차단기를 제외한 옥외개폐소의 모든 차단기는 정상운전시 닫힘상태로 운전된다. 각 차단기에는 전기적으로 독립된 2개의 트립회로가 있으며, 트립회로는 각각 독립된 직류전원에 연결되어 있다.

옥외개폐소 기기보호 및 제어용 전원으로 2개의 125V 직류계통이 구비되어 있으며, 각 직류계통은 충전기, 축전지 및 분전반으로 구성되어 있다.

옥외개폐소에서 주변압기까지의 345kV 선로는 각각의 철탑 또는 겐트리 타워(Gantry Tower)를 사용하여 가공선으로 설치된다. 옥외개폐소에서 기동용변압기까지의 345kV 유입(OF) 케이블은 터널 내에 설치된다. 54

2개의 물리적으로 독립된 345kV 선로는 옥외개폐소로부터 각 호기 터빈건물 근처에 위치한 기동용 변압기를 통하여 각 호기 소내전력계통까지 우선 소외전원을 공급한다. 기동용변압기는 345kV 옥외개폐소 전압을 13.8kV 배전용 전압으로 강압시킨다.



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.2.1.3 옥외개폐소 차단기 제어 및 지시

옥외개폐소의 모든 차단기는 옥외개폐소 제어건물 내에 있는 제어반에서 원격조작이 가능하며, 주변압기 및 기동용변압기와 관련된 차단기(변압기 1조당 차단기 2조)는 각 발전소의 주제어실에서도 원격조작이 가능하다. 모든 제어는 보호계전기 및 동기장치와 적절하게 연동되어 있어서 불필요한 투입조작을 막을 수 있다.

보호계전기가 사고를 검출하면 사고지점에서 가까운 곳에 있는 차단기가 자동으로 트립되어 고장구간을 분리시킨다. 만일 어느 한 차단기가 트립 신호를 받고서도 일정시간 이내에 고장구간을 분리시키지 못한다면 그 차단기 인근에 있는 차단기들이 자동으로 트립되어 고장구간을 분리시킨다.

옥외개폐소의 모든 차단기 위치표시(열림 또는 닫힘)는 옥외개폐소 제어건물 내에 위치한 제어반과 각 발전소의 주제어실 내에 위치한 제어반에서 확인할 수 있도록 되어 있다.

#### 8.2.1.4 일반 설계기준

우선전력계통은 안전성 관련계통이 아니므로 일반전력계통과 마찬가지로 적절한 설계 기준 및 권고 사항과 기술적 판단에 의해 설계한다.

#### 8.2.2 분석

2개의 345kV 2회선 송전선로가 상호 적절한 이격거리를 유지하면서 독립적으로 월성 1, 2, 3, 4호기에 소외전력을 공급한다.

2개의 송전선로는 각각 다른 변전소에 연결되고 상호 독립된 별도의 선로로 발전소의 옥외개폐소에 연결되기 때문에 한 개의 송전선로가 고장나더라도 나머지 한 선로의 운전에 지장을 초래하지 않는다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

(삭제)

한전 송전계통은 송전선로 2회선 상실 또는 한 발전소 전체(3대 발전기)의 정지시에도 통제불능의 광범위한 트립사고로 파급되지 않고 계통이 이를 감당할 수 있도록 설계되어 있다.

54

이것은 월성 1,2,3,4호기의 4대 발전기가 동시에 운전정지 되더라도 송전계통 운용상에는 큰 영향이 없다는 것을 의미한다. 이러한 여건하에서 발전소에 연결된 송전선로는 송전계통(Grid System)으로부터 계속 가압되기 때문에 발전소의 등급3 모선에 대한 소외전력공급은 상실되지 않는다.

54

송전선로 설계는 일반설계기준을 만족시킨다.

동적안정도를 유지하도록 계통설계를 하였기 때문에 어느 한 송전선로의 트립이 발전소 트립을 초래하거나 어느 한 호기의 불시정지가 나머지 세 (3) 호기의 트립을 초래하지는 않을 것이다.

월성 1,2,3,4호기용 송전선로에 대해서 전산프로그램을 이용한 과도안정도 검토를 수행하였다.

월성 1,2,3,4호기 345kV 모선에서 3상 단락사고가 발생하여 송전선로 2회선이 정전된 상황을 시뮬레이션 하였다. 정상 고장제거시간은 6Hz이다.

이 검토결과는 3상 단락사고로 인하여 345kV 송전선로 2회선이 동시에 정전되었을 경우에도 6Hz 이내에 고장이 제거되면 한전송전계통은 안정적으로 운전될 수 있음을 입증해주고 있다. 이 검토결과는 또한 고장이 제거된 후에 송전선의 전압이 정상적으로 회복되는 것을 입증해 준다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

또한 월성 1,2,3,4호기중 어느 한 호기의 운전상실을 초래하는 고장 신호가 발생하더라도 계통안정도를 저해한다거나 안전정지 부하들에 전력을 공급해야 하는 등급3 전원계통의 기동을 저해하지는 않는다. 54

모든 345kV 송전선로가 동시에 정전될 가능성은 극히 희박하지만 그러한 사고가 발생하더라도 안전정지에 지장을 주지 않도록 예비 디젤발전기를 설치하여 안전정지에 필요한 전력을 공급할 수 있도록 하고 있다. 54

소외 전력계통전압이 등급3 전원계통 기기의 최저 운전전압보다 낮게 되면 예비 디젤발전기가 기동하도록 계전기 동작치를 정정하였다.

계통안정도 검토결과는 단일사고에 의해 계통에 연결된 최대용량 발전기의 전력공급 상실이나 최대부하의 계통탈락이 발생하더라도 소외전력의 완전한 상실을 초래하지는 않는다는 사실을 보여준다. 1



한국수력원자력(주)  
월성원자력 3,4호기  
최종안전성분석보고서

월성원자력발전소 송전선로도  
그림 8.2-1



한국수력원자력(주)  
월성원자력 3,4호기  
최종안전성분석보고서

월성원자력발전소 옥외개폐소 단선도  
그림 8.2-2

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3 소내전력 계통

##### 8.3.1 일반사항

소내전력 계통은 8.1.2절에 기술한 일반설계기준에 따라 설계하며 안전성과 신뢰성 요건은 다음과 같은 두가지의 주요개념(8.3.1.1절과 8.3.1.2절에 상세히 기술)을 적용하여 설계한다.

가. 전력공급의 신뢰도와 형태에 따라 전력계통 등급 구분

나. 전력공급 및 부하의 다중성을 위하여 전원을 기수 및 우수 (Odd and Even)로 나누는 2중개념과 3중(Triplicated)개념으로 모션분리

##### 8.3.1.1 전력계통 등급

소내전력계통 모션은 신뢰도에 따라 다음과 같이 4가지 등급으로 구분한다.

가. 등급1 전원 : 필수적인 보조기기, 제어, 보호 및 안전관련 기기에 공급되는 무정전 직류전원

나. 등급2 전원 : 필수적인 보조기기, 제어, 보호 및 안전관련 기기에 공급되는 무정전 교류전원

다. 등급3 전원 : 짧은 시간의 전력공급 중단은 허용되는 교류전원으로서 원자로 및 터빈의 안전정지에 필수적인 보조기기에 공급하는 전원

라. 등급4 전원 : 발전요원이나 기기의 안전에 영향을 미치지 않고 장시간의 전력공급 중단이 허용되는 교류전원으로서 이 전력계통의 완전 또는 부분 상실시 원자로는 정지

아울러 상기 4가지 등급의 정상 전원공급이 불가능하게 되거나 주 제어실 기능이 마비될 경우 그룹 2 안전 계통을 위한 후비 전원인 비상전원공급 계통이

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

별도로 있다.	54
각 등급별 전압은 다음과 같다.	
가. 등급1 전원: 직류 250V, 직류 48V 및 직류 125V (옥외개폐소 전용)	54
나. 등급2 전원: 교류 480V, 3상 60Hz	3
교류 208V, 3상 60Hz (원자로 제어 전용)	1
교류 380/220V, 3상4선 60Hz (비상조명 및 비상보조 전원용)	
교류 120V, 단상 60Hz	
다. 등급3 전원: 교류 4,160V, 3상 60Hz	3
교류 480V, 3상 60Hz	
교류 380/220V, 3상4선 60Hz (필수조명 및 필수보조전 원용)	
교류 208/120V, 3상 4선 60Hz	
라. 등급4 전원: 교류 13,800V, 3상 60Hz	3
교류 4,160V, 3상 60Hz	
교류 480V, 3상 60Hz	
교류 380/220V, 3상4선 60Hz (일반조명 및 일반보조전 원용)	
교류 208/120V, 3상4선 60Hz	
마. 비상 전원 : 교류 4,160V, 3상 60Hz	
교류 480V, 3상 60Hz	
교류 380/220V, 3상4선 60Hz (비상전원 계통 조명)	
교류 120V, 단상 60Hz	
직류 48V	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3.1.2 다중계통

특별안전 계통으로 분류되는 모든 계통이 발전소안전을 위한 다중성 확보를 위해 3중 채널로 구성되어 있는데에 비해서, 발전소내 배전계통은 2중 계통(기수 및 우수)으로 구성된다.

정상시는 물론 비정상시에도 높은 신뢰도를 유지하여야 하기 때문에 계통간의 물리적분리를 유지하기 위하여 상기의 개념은 모든 설비, 전선로, 접속함(Junction box)에 적용되었다.

2중계통 전선로는 3중계통에서도 동일하게 이용된다. 상세기준은 설계지침서 86-57000-DG-001에 기술하였다.

##### 8.3.1.2.1 2중계통

가. 모든 등급의 배전계통에 2중개념을 적용하여 전원모선의 다중성과 고도의 신뢰도 확보

나. 모든 부하는 반씩 나뉘어 2중전원 모선으로부터 각각 수전

다. 상위 모선에 적용된 2중개념이 저압 모선에도 적용

라. 정상시는 물론 비정상시에서도 높은 신뢰도를 유지하기 위하여 설비, 전선로, 접속함 등에 2중개념을 적용하여 물리적으로 분리

##### 8.3.1.2.2 3중계통

가. 등급1 전원과 등급2 전원은 3중계통의 개개부하가 해당 채널로부터 수전할수 있도록 모든 전압등급(직류125V, 교류480V 및 380/220V는 제외)에서 3개의 모선으로 구분

나. 모든 안전관련 계통은 3중채널개념 적용에 따라 각기 분리될 수 있도록 안전관련 계통에 관한 특별한 규칙을 적용하며 이들은 기기의 외함, 전



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

선로, 변환기, 전력공급 설비에 적용

1

이러한 분리규칙외에 원자로건물내 및 원자로건물로 인입하는 안전관련 회로는 물리적으로 완전히 분리된 2개의 전선로 개념을 적용하며 이 계통들은 다음과 같다.

1

가. 그룹 1 (Group 1)

제 1 원자로 정지계통

원자로 제어계통

비상노심 냉각계통

1

나. 그룹 2 (Group 2)

제 2 원자로 정지계통

잔열제거 계통 (EWS, ECC)

원자로건물 계통

54

그룹 2에 속하는 계통의 기기들은 주제어실로부터 떨어져 있는 제2 제어실에 위치한다.

54

8.3.1.3 주출력 계통

주출력 계통은 주발전기에서 생산된 전력을 옥외개폐소에 송전하며 22kV 상분리모선과 3대의 단상 277 MVA 변압기로 구성된 주변압기 및 345 kV 옥외개폐소로 구성된다.

54

1

가. 22kV 계통

22kV 계통은 주발전기에서 생산된 전력을 주변압기, 소내용변압기와 발전기제어 및 보호용 22kV 계기용변압기에 공급한다.

54

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

22kV 계통은 발전기 계기용변압기 및 변류기, 상분리모선(IPB), 중성점 접지기기 및 발전기 켜지보호장치로 구성된다. 옥외개폐소로부터 주발전기로 전력이 유입되어 주발전기가 전동기화 되는 것을 방지하기 위하여 역전력계전기가 보호계전기반에 설치된다. 발전기 제작자가 공급하는 변류기는 주발전기의 보호, 측정 및 전압조정용으로 사용되며 주발전기 출력단과 중성점 부싱단자에 설치된다.

84

계기용변압기는 주발전기의 제어, 측정, 전압조정 및 보호용으로 사용되며 상분리모선에 연결된다.

강제 공기냉각방식인 정격 22kV 상분리모선은 주발전기 출력단과 소내용변압기 및 주변압기간을 연결한다.

54

주발전기 중성점은 접지면압기와 저항기를 거쳐서 접지된다.

주발전기 단자와 소내용변압기 고압측 단자는 22kV 모선에서 분리될 수 있도록 되어 있으므로 아래와 같은 소내전력 공급이 가능하다.

- 소내용변압기 고장 시에는 기동용변압기를 통한 소내전력 공급
- 발전기 단자 분리후 소내용변압기를 통한 소내전력 공급

1

이는 결과적으로 등급3 전원 모선에 연결된 예비디젤발전기의 가동회수를 줄이며, 소내배전 계통의 신뢰도를 높인다

3

상분리모선의 특성은 다음과 같다.

1

정격전류

- 연속(강제 공냉식) : 25kA
- 자기냉각 : 12.5kA

3

정격전압

- 공칭 : 22kV

1

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 최대 : 24kV

내전압 110kV

고장전류 (순시-대칭/비대칭)

- 주모선 165/264 kArms

- 탭 1 250/400 kArms

- 탭 2 250/400 kArms

온도상승

- 도체 : 50 °C

- 외함 : 40 °C

주모선

- 도체 : 알루미늄

- 외함 : 알루미늄

계기용 변압기

- 전압 : 24kV/120-120V, 24kV/120V

- 정밀도 : 0.3WXYZ

중성점 접지 변압기

- 정격 : 75kVA

- 전압 : 14.4kV/120V-240V

중성점 접지 저항기

- 저항치 : 0.2657 옴(Ohms)

나. 주변압기

3대의 단상 277 MVA로 구성된 주변압기는 발전기 출력을 22kV에서 345kV로 승압하며, 가공선에 의해 옥외개폐소와 연결된다.

주변압기의 제원은 아래와 같다

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

상수 : 단상용

정격 : 277 MVA, OFAF, 55℃

전압 : 1차측 :  $345/\sqrt{3}$ kV, ±5%, 스타(Star)

2차측 : 22kV, 델타(Delta)

상결선 : YNd1

탭 : 1차측, 무부하 탭절환기, 5단계 (승압탭 2/강압탭 2)

임피던스 : 14.0%(277 MVA 기준)

내전압 : 1차 부상/권선 : 1300kV/1050kV

2차 부상/권선 : 150kV

1차 중성점 부상 : 450kV

다. 345kV 옥외개폐소

옥외개폐소는 발전소 주건물 가까이에 위치하며 차단기와 모선배열은 송전계통과 연결이 가능하도록 설치하였다.

#### 8.3.2 소내 전력계통

##### 8.3.2.1 13.8kV와 4.16kV 배전계통

13.8kV 계통은 기수 및 우수로 지정된 2개의 등급4 모선으로 구성되며 각 모선은 기동용변압기와 소내용변압기의 각 2차측에 연결되어 정상운전시 각 변압기는 각각의 해당 모선에만 전력을 공급하지만, 필요시 대체인입차단기를 통하여 하나의 변압기로부터 두 모선에 전력을 공급할 수 있다.

4.16kV 계통은 2개의 등급3 모선과 2개의 등급4 모선이 각각 기수 및 우수로 구성되며, 4개의 13.8kV-4.16kV 전식강압변압기로부터 수전한다. 등급3 모선과 등급4 모선은 모선연결차단기에 의해서 기수 및 우수 모선간 상호연결이 가능하다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.2.1.1	13.8kV 고압폐쇄배전반	
	2조의 13.8kV 고압폐쇄배전반은 터빈부속실에 설치되며, 인출형 SF6 가스차단기 또는 진공차단기가 사용되었다. 차단기는 축적된 에너지로 구동되는 방식이다. 각 고압폐쇄배전반은 계기용변압기, 변류기, 인출형보호계전기, 보조계전기 및 계기를 구비하고 있다.	3 103
	13.8kV 고압폐쇄배전반의 제원은 아래와 같다.	
	차단용량 : 750MVA(가스차단기)/1,000MVA(진공차단기)	103
	정격최대전압 : 15kV	
	운전정격 : 13.8kV, 3상 60Hz	
	모선정격 : 주모선 : 2000A	
	분기모선 : 1200A	
	운전전압차단정격 : 30.435kA(가스차단기)/40kA(진공차단기)	103
	투입정격 : 58kA(가스차단기)/104kA(진공차단기)	
	전원등급 : 등급4 전원	54
	수 량 : 2	
	기기번호 : 5314BUA 와 5314BUB	
	보조전압 : 차단기 250V DC (최소 210V, 최대 280V)	3
	원격조작 48V DC (최소 42V, 최대 56V)	
8.3.2.1.2	4.16kV 고압폐쇄배전반	1
	터빈부속실에 설치되는 4.16kV 고압폐쇄배전반은 2개의 등급3 모선과 2개의 등급4 모선 및 축적에너지 구동방식의 인출형 SF6 가스차단기 또는 진공차단기를 내장한 금속 외함으로 구성되어 있으며, 각 고압폐쇄배전반은 계기용변압기, 변류기, 보호계전기, 보조계전기 및 계기를 갖추고 있다.	103
		1

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

등급3 및 등급4 전원의 정격은 동일하며 아래와 같다.

차단용량 : 250MVA(가스차단기)/300MVA(진공차단기)

정격최대전압 : 4.76kV, 3상 60Hz

운전정격 : 4.16kV, 3상 60Hz

모선정격 : 주모선 : 2000A

분기모선 : 1200A

운전전압차단정격 : 33.182kA(가스차단기)/40kA(진공차단기)

기투입정격 : 58kA(가스차단기)/104kA(진공차단기)

전원등급 : 등급4 전원                      등급3 전원

수      량 : 2                                      2

기기번호 : 5324BUC/BUD                      5323BUE/BUF

보조전압 : 차단기 250V DC (최소 210V, 최대 280V)

원격조작 48V DC (최소 42V, 최대 56V)

#### 8.3.2.2

#### 부하배분

대용량 회전기기는 13.8kV 및 4.16kV 모선으로부터 수전 받는데, 특별한 표기가 없는한, 일반적으로 3000kW 보다 큰 부하는 13.8kV 모선에, 240 ~ 3000kW 부하는 4.16kV 모선에 접속된다.

13.8kV모선은 냉각재 펌프, 증기발생기 주급수펌프 및 배전용변압기에, 4.16kV 등급4 모선은 복수기 냉각수펌프, 주복수펌프, 복수기호강진공 펌프 및 옥외개폐소의 고압폐쇄배전반에 전력을 공급한다.

4.16kV 등급3 모선은 기기냉각해수펌프, 기기냉각수펌프, 비상노심 냉각수펌프, 감속재펌프, 정지냉각펌프, 냉각재 급수펌프, 보조급수펌프, 냉방기 및 저압 안전관련기기 급전용 배전변압기와 같은 안전관련 부하에 전력을 공급한다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.2.3	예비 전력계통 (등급3 전원)	54
	등급3 전원 전력계통은 발전소가 소외전력원으로부터 분리되는 경우, 수분의 무정전상태에서도 발전소 안전정지 및 붕괴열제거를 안전하게 수행하게 하는 예비 전력계통이다.	54
	등급3 전원 전력계통은 다음과 같은 안전관련 부하에 전력을 공급한다.	3
	4.16kV, 3상	
	480V, 3상	1
	등급1 및 등급2 전원 무정전 계통	
	필수조명	3
	등급3 전원에 연결되는 부하는 다음 요건에 따라 결정된다.	1
	비 정상상태시 발전소의 안전운전 및 기기손상 방지에 필요한 부하들로서 예비디젤발전기 기동시 단시간의 무정전에도 영향을 받지 않는 기기나 계통	54
	등급3 전원부하는 다음과 같은 등급4 전원의 정전시에 2대의 예비 디젤발전기 (5211-SG1 및 SG2)로부터 예비전력을 공급받는다.	54
	원자로 및 발전기가 정상운전중 등급4 전원전력의 전면상실.	1
	원자로가 정지되어 냉각계통이 작동되고 있는 중 등급4 전원의 전체상실.	
	냉각재상실사고(LOCA)시 등급4 전원의 전체상실.	3
	이상의 운전조건 외에도 주제어실의 PL16/PL17 판넬 및 예비디젤	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

발전기실의 제어반에서도 운전원이 기동시킬 수 있다.

등급3 전원 예비전력계통은 예비디젤발전기와 연료유저장 및 연료 이송계통을 갖춘 일체형이며, 발전소를 정지하거나 가상 사고가 발생될 때 그 영향을 줄여가면서 발전소를 안전정지상태로 유지하는데 필요한 부하에 전력을 공급한다. 연속정격 6500kW, 단시간정격(2시간) 7800kW의 예비디젤발전기 2대는 각각 별도의 4.16kV 등급3 전원모선에 연결된다. 예비디젤발전기 2대의 병렬운전은 허용하지 않으므로 기수와 우수모선을 상호연결하는 연결차단기는 모선을 정전시킨 상태에서만 조작할 수 있다.

#### 8.3.2.3.1 예비전력 발전

등급3 전원부하에 예비전력을 공급하는 2대의 예비디젤발전기의 용량은 호기당 안전관련 부하의 양을 고려하여 결정하였다. 각각의 디젤발전기로부터 급전되는 보조보일러 급수펌프를 제외한 모든 4.16kV 등급3 전원 부하는 2중화되어 있다. 등급4 전원 상실시 자동 기동되는 예비디젤발전기는 시동후 30초 이내에 정격전압 및 주파수에 도달한다.

2대의 예비디젤발전기는 상호간에 전기적으로 격리하였고, 내화벽으로된 별도의 방에 설치하므로서 화재 및 비산물에 대하여 안전을 유지토록 하였다. 예비디젤발전기 및 관련 배전반의 전력 및 제어케이블의 전선로는 안전설계지침서86-03650-SDG-004에 따라 물리적 분리가 되도록 설계하였다.

각 예비디젤발전기의 정격은 설계지침서 86-52000-DG-001의 요건에 따라 결정하였으며, 그 제품의 주요 특징은 다음과 같다.

호기당 댓수 :	2
대당 순출력 :	6500kW(연속)
	7800kW(2시간 과부하정격)



월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

정격전압 :	4160V, 3상, 60Hz	
시동시간 :	≤10초(동기화 또는 부하수용 직전)	54
원동기정격 :	6771kW (8125kW;2시간 과부하정격)	
실린더수 :	16	
분당회전수 :	514.3	
전부하시 소모연료 :	193.3g/kWh	1
일일 연료탱크 용량 :	12000리터 (8시간 운전)	
연료유 저장탱크 용량 :	7일 (발전기당)	
여자변압기 용량 :	4160/210V, 60Hz, 50kVA	212

8.3.2.3.2 부하접속

예비디젤발전기는 자동순차접속기를 통하여 표 8.3-1의 등급3 전원 부하순차접속표에 따라 0~100%의 어떤 부하에서도 무한정 운전할 수 있다. 등급4 전원 상실신호를 감지하면 예비디젤발전기가 자동기동하게 되는데 기동부터 전부하 접속시까지 180초가 소요된다.

예비디젤발전기의 부하접속은 자동순차접속기에 의하여 발전기의 최대전압강하가 20%를 넘지 않도록 순차적으로 이루어진다.

만약에 우수 예비디젤발전기가 기동되지 않을 경우, 보조 보일러 급수펌프의 운전을 위하여 기수 및 우수 모션간의 연결차단기를 수동 투입한다.

다음과 같은 경우에 한하여 2대의 등급3 전원 예비디젤발전기를 운전한다.

가. 등급4 전원의 전체상실 (등급3 전원 4.16kV 모션상의 부족전압계전기로 감지), 혹은

나. 냉각재 상실사고

기수 및 우수 예비디젤발전기의 기동신호는 각기 별도로 되어있다.

상기 '가'의 경우에 예비디젤발전기가 정격전압 및 주파수에 도달

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

하면 예비디젤발전기는 해당 등급3 전원모선에 연결된다. 다른 예비디젤발전기도 같은 방식으로 해당모선에 연결된다. 예비디젤발전기가 모선에 연결되면 자동순차 접속기가 작동된다. 이러한 자동순차접속은 다른 발전기 운전과 무관하게 이루어진다. 기수와 우수 모선간의 연결차단기 자동투입은 소내전력원의 전면상실을 초래할 수 있는 공통모드고장을 방지하기 위하여 절대 허용되지 않는다.

3

54

상기 ‘나’의 경우에는 두 예비디젤발전기 모두 기동신호를 받지만, 각 예비 디젤발전기는 등급4 전원도 아울러 상실되어야만 자동적으로 각 모선에 연결된다. 접속순서는 ‘가’의 경우와 동일하다.

3

8.3.2.3.3 연동

예비디젤발전기의 연동기능은 일반적인 것으로서, 기수 또는 우수 모선 어느 한곳의 등급4 전원이 상실될 경우에, 정상모선에 연결된 다중부하가 자동으로 기동되도록 설계되어 있다.

1

3

등급4 전원 상실시 여러 조건하에서의 운전요건은 설계지침서 86-52000-DG-001에 상세히 기술되어있다.

8.3.2.3.4 정상트립 및 수동기동방지 신호예비디젤

발전기 정상트립 신호는 다음과 같다.가.

151

기계적 정상트립 신호

가) 크랭크케이스 고압

나) 윤활유 저압

다) 윤활유 고온

151

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

라) 고온 냉각수 고온	
마) 발전기 베어링 고·고온도	
바) 디젤 베어링 고·고온도	
사) 전기적 과속도	151
나. 전기적 정상트립 신호	
가) 전압 억제부 과전류 (51V)	
나) 역상 (46/46A)	
다) 여자상실 (40)	
라) 역전력 (32)	
마) 접지고장 (51G)	
바) 회전정류기 고장	
사) 과여자 전류 (2단계)	151
예비디젤발전기 수동기동방지 신호는 다음과 같다.	
가. 엔진 윤활유 배유조 저유위	
나. 예열용 윤활유 저압	
다. 예열용 윤활유 저온	
라. 일일 연료탱크 저유위	
마. 저온 냉각수 탱크 최저수위	151
바. 고온 냉각수 탱크 저수위 + 고온 냉각수 저온	
8.3.2.3.5 비상트립 신호	
예비디젤발전기 비상트립 신호는 다음과 같다.	151
가. 기계적 과속도	
나. 크랭크케이스 최고압	

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

다. 전기적고장 (차동전류)

라. 윤활유 최저압

수동비상정지는 주제어실의 핸드스위치, 발전기실의 누름단추 또는  
연료정지레버로 가능하다.

정상트립 및 비상트립 신호는 트립 및 경보를 발생하며 그 밖  
의 신호는 단지 경보만을 발생한다.

151



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.2.3.6	자동부하순차접속기 및 발전기 시험	
	자동부하순차접속기는 수동 누름단추를 사용하여 시험하거나 등급 4 전원 상실신호를 만들어 시험할 수 있다.	54
	시험목적상 각 발전기에는 인입 4.16kV 등급4 전원에 동기화하는데 필요한 계측장치를 갖추고 있다.	3
	발전기 및 부속제어장치의 건전성유무를 확인하기 위하여 2주마다 시험을 하게 되는데, 두대중 나머지 한대의 발전기가 항상 작동될 수 있도록 각 발전기는 격주로 시험한다.	1
	시험은 원자료가 전출력운전을 하고 등급4 전원전력이 정상인 경우에 한하여 다음과 같은 사항을 점검한다.	3
	가. 주제어실에서 수동기동	1
	나. 정격전압 및 주파수 도달시까지 자동운전	
	다. 동기장치나 싱크로스코우프를 사용한 4.16kV 등급3 전원 모선의 동기화와 동기장치 및 차단기 수동투입 점검	
	라. 등급4 전원으로의 역전류유입이 없는 상태에서 최대부하 접속	3
	마. 예비디젤발전기의 온도가 정상상태로 될 때까지 또는 최대부하로 2시간동안 운전하되 두가지중 시간이 긴 방법으로 확인점검	
8.3.2.3.7	운전	
	가. 등급4 전원의 전체상실	
	전체 등급4 전원이 상실되면, 기수와 우수측 예비디젤발전기는 각 각 기동을 시작하고 해당 디젤발전기용 차단기가 투입된 후 자동부하순차 접속기는 양쪽 모선에 있는 부하들을 기동시키기 위하여 동작을 시작한다.	54
	앞에서 설명한 바와 같이, 특수한 상황에서 사용되는 4.16kV 등급3 모선간의 연결차단기는 발전기 차단기와 등급4 전원으로부터의 인입차단기가 개방되어 있을 경우에만 주의 깊게 투입되어야 한다.	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 나. 냉각재상실사고

54

냉각재상실사고시 기동된 예비디젤발전기는 등급4 전원이 상실되지 않는 한 4.16kV 등급3 전원 모선에 연결되지 않는다. 장기간 무부하 운전은 엔진의 출력이 저하될 수 있으므로 운전자는 한 대 또는 두 대 모두를 정지 시킬 것인가를 결정해야 한다.

#### 다. 냉각재상실사고시의 등급4 전원상실사고

54

등급4 전원상실시 모선의 부족전압계전기에 의해서 8.3.2.3.2에 기술된 절차가 수행된다.

#### 8.3.2.3.8 연료유 저장 및 이송계통

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

발전기 연료유 저장 및 이송계통은 9.6.4항에 기술하였다.

#### 8.3.2.3.9 냉각수 계통

발전기 냉각수 계통은 9.6.5항에 기술하였다.

#### 8.3.2.3.10 시동계통

발전기 시동계통은 9.6.6항에 기술하였다.

#### 8.3.2.3.11 윤활계통

발전기 윤활계통은 9.6.7항에 기술하였다.

#### 8.3.2.3.12 흡기 및 배기계통

발전기 흡기 및 배기계통은 9.6.8항에 기술하였다.

#### 8.3.2.4 자동절체 계통

등급3 전원 및 등급4 전원 부하에 고신뢰도의 전력을 공급하기 위해 한쪽 변압기로부터의 전력공급 중단시에는 고장변압기로부터 정상변압기로 자동절체가 이루어진다.

소내용 변압기로부터 기동용변압기로의 부하절체 방식에는 3가지가 있다.

병렬절체 방식은 모선의 한 수전차단기를 투입한 후 자동적으로 다른 수전차단기를 트립시키는 것으로써 수 사이클 동안 소내용 변압기와 기동용 변압기는 병렬운전된다. 이 방식은 기동하여 운전정지 하기전까지 수동으로 이행되는 정상절체시 적용되며 또한 원자로와 터빈의 기계적인 트립에 따라서도 자동절체

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

가 이루어진다.

신속개방절체 방식은 공급중인 수전차단기를 트립시키고 모선의 다른 수전차단기를 투입하는 방식이다. 이 절체 방식은 아주 짧은 시간에 이루어 지므로 절체시 수전전원과 전동기의 잔류전압간의 전압과 위상차가 적어 과도한 돌입전류 발생을 방지할 수 있다. 이 방식은 발전기, 소내용변압기 및 주변압기의 전기고장과 기동용변압기의 전력상실 및 고장시에 적용된다.

신속개방절체의 후비절체로서 ‘지연절체(Slow Transfer)’라고도 하는 잔류전압절체 방식이 적용된다. 이 방식은 신속절체 방식이 실패할 때 고장모선의 전압이 30% 이하로 감소되면 시작되는데 절체시의 돌입 전류를 제한한다.

절체 계통에 관련된 상세한 내용은 설계설명서 8600-53000-0004-00-DE-A에 기술하였다.

#### 8.3.2.5 480V 배전계통

##### 8.3.2.5.1 480V 폐쇄배전반

480V 저압폐쇄배전반은 3상 건식 변압기, 차단기반, 계기 및 보호 기기반으로 구성된다.

등급3 480V 저압폐쇄배전반이 해당 등급3 4.16kV 모선으로부터 수전하고 등급4 480V 저압폐쇄배전반은 등급4 13.8kV 모선으로부터 수전한다. 이들 저압폐쇄배전반에는 정격 75kW~240kW의 회전기기 및 75kW 미만의 부하를 담당하는 전동기제어반이 연결된다.

등급3 및 등급4 480V 저압폐쇄배전반은 모두 8대로서 축적에너지 방식의 인출형 공기차단기를 내장한 금속외함형으로 터빈부속실에 설치되어 있다.

저압폐쇄배전반의 정격은 다음과 같다.



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 가. 등급4

##### 가) 변압기

- 수량 : 4
- 용량 : 2000/3000kVA ANN/AFF
- 형식 : 모듈트 (건식)
- 절연 : B급
- 온도상승 : 80°C
- 전압
  - 1차 : 13.8kV, 델타(Delta)
  - 2차 : 480V, 스타(Star)
  - 탭(1차) :  $\pm 2\frac{1}{2}\%$ ,  $\pm 5\%$
  - 상결선 : Dy1
- 임피던스 : 6.35%
- 외함 : 통풍

##### 나) 480V 스위치기어

- 정격최대전압 : 600V, 3상, 60Hz
- 운전전압 : 480V
- 수량 : 4
- 기기번호 : 5434-BUG, 5434-BUH, 5434-BUI, 5434-BUJ
- 모선정격
  - 주모선 : 3500A
  - 급전 : 1600A
- 차단기

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

주/연결	: 없음(격리용도의 제거링크설치)	
급전	: 1600A	1
- 차단정격	: 50kA	
- 트립장치	: 정지형 (Solid Static)	54
- 보조전압		
차단기	: 250V DC	
원격조작	: 48V DC	
나. 등급3		3
가) 변압기		
- 수량	: 4	
- 용량	: 2000/3000kVA ANN/AFF	
- 형식	: 모듈드 (건식)	
- 절연	: B급	
- 온도상승	: 80°C	
- 전압		1
1차	: 13.8kV, 델타(Delta)	
2차	: 480V, 스타(Star)	
탭(1차)	: $\pm 2\frac{1}{2}\%$ , $\pm 5\%$	
상결선	: Dy1	
- 임피던스	: 6.35%	
- 외함	: 통풍	
나) 480V 스위치기어		54
- 정격최대전압	: 600V, 3상, 60Hz	
- 운전전압	: 480V	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

	- 수량	: 4	
	- 기기번호	: 5433-BUK,5433-BUL,5433-BUM, 5433BUN	3
	- 모선정격		
	주	: 3500A	1
	급전	: 1600A	3
	- 차단기		
	주/연결	: 없음 (격리용도의 제거탱크설치)	1
	급전	: 1600A	
	- 차단정격	: 50kA	
	- 트립장치	: 정지형 (Solid Static)	54
8.3.2.5.2	- 보조전압		
	차단기	: 250V DC	
	원격조작	: 48V DC	1
	480V 전동기제어반		
	용량 75kW 미만의 부하는 소내에 산재하는 전동기제어반으로부터 수전한다. 대부분의 전동기제어반은 터빈부속실에 위치하며, 나머지는 썬비스 건물, 등급3 전원용 디젤발전기실, 공기압축지역, 탈기지역, 수처리공장, 냉각수 펌프실, 비상급수 펌프실, 옥외 변전소 및 제2제어실에 위치한다.		
	원자로건물내에는 전동기제어반이 없다.		
	전동기제어반에 내장되어있는 기동기는 65kA 고차단용량의 차단기가 내장되어있다.		
	모든 기동기에는 3상 열동 과부하계전기가 있으며, 25HP보다 큰		

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

부하의 기동기에는 접지고장 감지기가 있다.

#### 8.3.2.6 무정전 전원 공급장치 (UPS)

등급3과 등급4 전원의 일시적인 상실 동안 무정전 전원 공급장치 (UPS)는 계통의 신뢰성 있는 제어를 위하여 지속적이고 안정된 교류와 직류 전원을 안전 관련 부하들에 공급한다. 각각의 무정전 공급장치는 최소의 왜형파의 안정적인 전원을 지속적으로 공급할 수 있다. 등급1 전원 모선에 전원을 공급하는 축전지군의 용량은 연결된 모든 부하들에 60분 동안 전원을 공급하도록 선정하였다.

계측기와 소내 컴퓨터를 위한 등급2 전원 교류계통은 3상, 60Hz 480V 2대와 단상, 60Hz 120V 3대로 구성된다.

등급1 전원 직류계통은 차단기 제어, 직류 전동기 및 3중의 120V 교류 인버터 전원 공급용으로 사용되는 3중 250V 직류계통(250-I-BA, 250-I-BB, 250-I-BC)과 공정 논리계통 전용의 3중 48V 직류계통(48-I-BA, 48-I-BB, 48-I-BC)으로 구성된다. 이외에도 2중의 480V 3상 인버터 전용의 400V 직류계통(400-I-BA, 400-I-BC)이 2개 있다.

채널화된 모선들 간에 상호연결로 인한 사고의 가능성을 최소화 하기 위해 등급1 전원 또는 등급2 전원에서 모선간 상호 연결은 하지 않는다. 복잡한 전원 절체를 생략하여 단순성을 유지하고 모선들 사이에 상호 연결이 없도록 하였다. 전동기와 제어부하는 같은 모선에 연결하지 않는다. 2중 및 3중 개념을 기기, 전선로, 접속함 등에 적용하여 물리적, 전기적으로 독립성이 유지된다.

3중의 모선중 A모선과 C모선은 소내에서 많이 사용되는 기수 및 우수 2중계통과 대응된다.

직류 축전지와 인버터의 용량, 설계, 시험은 IEEE 450, 484, 485의

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

추천방식에 따라 실수명부하를 고려하여 산정하였다.

무정전 공급장치의 실수명부하는 다음에 기초한다.

가. 전기/전자기기

나. 컴퓨터와 계측기

다. 전동기 드라이브 등

정류기와 충전기는 인버터에 정상입력전압과 정격부하가 인가될때 전원으로 귀환하는 입력 고조파 전압이 총고조파 왜형의 최대 12%이내가 되도록 되어있다.

인버터는 비대칭 부하상태에서 안정적으로 운전할 수 있고 그 파형은 총 고조파 왜형이 480V 무정전 공급장치 경우는 5%, 120V 무정전 공급장치 경우는 3%를 초과하지 않는 정현파이다.

무정전 공급장치계통을 구성하는 각 기기의 정격은 설계지침서 86-55000-DG-001의 요건에 따랐다.

무정전 공급장치의 상세내용은 설계설명서 8600-55000-0001-00-D E-A에 기술하였다.

#### 8.3.2.6.1 등급2(교류)전원 공급

가. 2개의 교류 3상 480V 등급2 전원 모선은, 정상상태에서는 정류기로부터 400V 축전지와 병렬운전되는 인버터를 통하여 전력을 수전 한다. 직류 400V 등급1 전원 모선들은 인버터 입력전용이다.

정류기에 공급하는 480V 등급3 전원 상실시 축전지는 인버터를 통하여 480V 등급2 전원 모선에 공급한다. 인버터 고장시에는 관련 480V 등급3 전원 모선으로부터 대체 공급된다.

이 모선은 480V 등급2 전원에 속하는 중요 전동기 부하와 교류 3상 4선식 380V/

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

220V 비상조명계통에 전력을 공급한다.

나. 3개의 교류 단상 120V 모선은 480V 등급3 모선으로부터 공급되는 전압조정기와 병렬로 연결된 축전지로부터 전력을 공급받는다. 54

등급3 전원 상실시 120V 인버터는 축전지로부터 정전없이 계속적으로 전력을 공급한다. 1 3

인버터 고장시에는 관련 전원 480V 등급3 전원 모선으로부터 전압 조정기를 통하여 대체전력을 수전한다. 정상전원에서 대체전원으로 절체되는 시간은 최소의 왜형파를 갖는 0.25 싸이클이다. 이 모선은 교류 계측부하 및 발전소 제어용컴퓨터에 전력을 공급한다. 1 3 54

다. 강압변압기로부터 수전 받는 3개의 교류 3상 208V 모선은 원자로 제어와 연관된 안전관련 전동기에 전원을 공급한다. 모선 B는 480V 등급2 A모선 또는 C모선으로부터 수전된다. 등급2 전원계통과 관련된 기기의 주요 특징은 아래와 같다. 54

#### 8.3.2.6.1.1 480V, 3상, 60Hz 계통

480V, 3상, 60Hz 등급2 전원계통은 2중의 750kVA 인버터, 관련 축전지 및 축전지충전기로 구성된다. 이 계통은 안전관련으로써 등급3 전원의 상실시 반드시 동작해야 하는 비상조명과 비상 노심냉각 주입밸브에 무정전 3상 전력을 공급한다. 3 1

480V 등급2 전원 인버터 계통은 다음과 같이 구성되어 있다. 3

가. 축전지충전기

- 수량: 2 1
- 정격: 2000A
- 기기 번호: 5551-RF6A/6C

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 나. 인버터

- 수량: 2
- 정격: 750kVA/600kW, 3상, 60Hz
- 최대출력전류: 1353A, 1분
- 전류 제한: 300%, 10사이클
- 전압/주파수 조정:  $\pm 1\%$ ,  $\pm 0.06\%$
- 과부하 용량: 10분 동안 125%  
30초 동안 150%  
10사이클 동안 300%
- 기기 번호: 5532-INV-2A/2C

1

#### 다. 변환 스위치

- 수량: 2
- 정격: 902A
- 절체 시간: 1/4사이클
- 기기 번호: 5532-TSW2A/2C

#### 라. 축전지

- 수량: 2
- 형식: 납-안티몬
- 정격: 2600AH

107

- 축전지군당 셀수: 186

- 기기 번호: 5551-BAT3A/3C

1

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.2.6.1.2	120V, 단상, 60Hz 계통	1
	120V, 단상, 60Hz 등급2 전원계통은 소내 계측기와 컴퓨터(DCC-X, DCC -Y)에 무정전 단상 전력을 공급하는 3중의 60kVA 인버터로 구성되어 있다.	3
	120V 계통이 소내 계측기와 컴퓨터에 120V 전원을 공급하기 때문에 인버터의 부하상태는 기본적으로 일정하다.	54
	120V, 등급2 전원의 인버터 계통은 다음과 같이 구성된다.	3
	가. 인버터	
	- 수량: 3	
	- 정격: 60kVA, 1상, 60Hz	
	- 출력 전류: 500A (연속)	
	- 전류 제한: 120%	
	- 전압/주파수 조정: $\pm 2\%$ , $\pm 0.1\%$	1
	- 과부하 용량: 10분 동안 125%	
	- 기기 번호: 5542-INV1A/1B/1C	
	나. 변환 스위치	
	- 수량: 3	
	- 정격: 500A	
	- 절체 시간: 1/4 사이클	
	- 기기 번호: 5542-TSW1A/1B/1C	
	등급2 전원계통에는 1차 배전반과 퓨즈반이 있다.	3



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.2.6.2	등급1 직류 전원 공급	
	등급1 전원 계통과 관련된 기기의 주요 특징은 아래와 같다.	3
	가. 250V, 등급1 전원 축전지계통은 다음과 같이 구성된다.	
	3개의 250V 축전기군이 있으며, 이들은 직류전동기, 차단기 조작	1
	전원 및 인버터를 통한 교류 단상 120V 등급2 전원장치에 전력을 공급한다.	3
	가) 축전지충전기	54
	- 수량 :	6
	- kW용량 :	140kW (강제냉각)
	- 전류 정격 :	500A
	- 기기 번호:	5551-RF3A/4A/3B/4B/3C/4C
	나) 축전지	1
	- 수량 :	3
	- 형식 :	납-안티몬
	- 정격 :	모선 A와 C는 900AH
		모선 B는 1800AH
		107
	- 축전지군당 셀수 :	116
	- 기기 번호 :	551-BAT2A/2B/2C
	나. 48V 등급1 전원 축전지 계통은 다음과 같이 구성된다.	
	독립된 3개의 축전지군이 있으며, 각 군은 안전계통의 제어논리회	
	로에 전력을 공급한다.	1
	3개의 축전지는 3중 원자로 안전계통회로의 각 채널에 독립적으로	

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

전력을 공급한다.

가) 축전지충전기

- 수량: 6
- kW정격: 23.7kW(강제냉각)
- 전류 정격: 450A
- 기기 번호: 5561-RF1A/2A/1B/2B/1C/2C

나) 축전지

- 수량: 3
- 형식: 납-안티몬
- 정격: 1400AH
- 축전지군당 셀수: 24
- 기기 번호: 5561-BAT1A/1B/1C

다. 125V 등급1 전원 축전지 계통은 월성 1,2,3,4호기 스위치야드 전용으로 쓰이며 다음과 같이 구성되어 있다.

2중의 125V 축전지는 각각 축전지 전용충전기와 1차 분전반을 갖고 있다.

가) 축전지충전기

- 수량: 2
- kW정격: 25kW(강제냉각)
- 전류 정격: 200A
- 기기 번호: 5103-RF5A/5C

나) 축전지

- 수량: 2
- 형식: 납-안티몬

15

15

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 정격: 1000AH(8시간 정격 기준)
- 축전지군당 셀수: 60
- 기기 번호: 5103-BAT5A/5C

등급1 계통에는 축전지랙, 1차배전반, 축전지 차단스위치, 주 분전반과 몇 개의 퓨즈반이 있다.

이외에도 직류회로접지의 확인시 사용되는 48V직류 시험 정류기반이 있다.

#### 8.3.2.6.3 유지보수와 시험

축전지의 유지보수 시험 및 교체에 대해 추천하는 사항은 다음과 같다.

가. 유지보수의 점검과 시험은 정기적으로 수행하고 그 점검과 시험의 결과 기록은 절차에 따라 보존한다.

나. 축전지 용량에 대한 최초성능시험은 사용후 2년 이내에 수행한다. 차후의 성능시험은 매 5년마다 정기정밀검사를 수행한다.

다. 축전지 정격은 현재와 향후 예상되는 부하수요 보다 25% 크도록 한다.

라. 축전지의 사용시험은 정기정밀검사 또는 기타 정전시에 수행한다.

#### 8.3.3 전기 설계기준서

전기설계의 주요 특징은 아래와 같다.

##### 8.3.3.1 전기기기 배치

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

13.8kV/4.16kV/480V 폐쇄배전반, 변압기, 전동기제어반, 퓨즈반, 인버터, 정류기, 축전지등 모든 주요 기기는 "청결한" 장소에 위치하고 터빈홀에 있는 주증기 배관과열로부터 보호된다.

방화벽이 터빈홀과 터빈 부속실 및 터빈 보조건물 사이에 위치한다. 54

“기수”와 “우수”기간의 물리적 분리는 안전설계 지침서 86-03650-SDG-004 에 따라 유지된다.

#### 8.3.3.2 회전기기 용량 산정

전동기용량은 관련 공정기기의 설계요건에 기초하여 선정되어 운전 중 기기용량이 전동기 공칭정격을 초과 않는다.

모든 전동기는 F급 절연으로 되어 있지만 B급 온도상승의 정격을 갖는다. 따라서 전동기는 절연 내열력 이하로 운전되어 수명이 더 연장된다. 3

모든 전동기는 전동기 정격 전압의 80%에서도 기동, 가속할 수 있다. 일반적으로 전동기의 파손(Breakdown) 토오크는 계통전압이 정격의 70%까지 감소해도 전동기가 정지하지 않도록 최소한 225%로 되어 있다.

#### 8.3.3.3 전기회로 보호

전기기기 및 회로의 보호에 일반산업표준을 적용하였다.

##### 8.3.3.3.1 대용량 변압기

주변압기, 소내용변압기, 기동용변압기에는 과전류계전기(50/51), 차동계전기(87T), 접지사고계전기(51N)와 브흐홀쯔계전기(96B), 충격압력계전기(63S) 및 권선온도감지기(26W)가 설치되어 있다. 54

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3.3.3.2 고압변압기

13.8kV ~4.16kV 변압기에는 과전류계전기(50/51), 차동계전기(87T), 권선온도감지기(49)가 있고 Y결선 쪽에는 접지계전기(50/51G)가 있다.

#### 8.3.3.3.3 전력공급 배전선

초고압, 고압배전선에는 과전류계전기(50/51), 접지계전기(50/51G)가 있다.

480V 폐쇄배전반의 배전선에는 정지형 트립장치가 있으며 전동기 제어반의 배전선에는 각상에 열동 과부하계전기가 있고 25kW이상 정격의 배전선에는 접지계전기(50G)가 설치되어있다.

#### 8.3.3.3.4 회전기기

권선내의 저항온도감지기(RTD)뿐만 아니라 13.2kV, 4kV전동기에는 열동 과부하계전기(46/49)와 접지계전기(50G)가 있다. 열동계전기는 과전류계전기(50/51)에 의해 후비보호 된다.

특히 3000마력 보다 큰 전동기에는 차동계전기(87)가 있다.

저압폐쇄배전반에서 수전하는 480V 전동기에는 정지형 트립장치가 있다.

전동기제어반에 연결된 다른 모든 480V전동기에는 열동 과부하계전기가 3상에 모두 있다. 그 외에 정격 25마력을 넘는 전동기에는 접지계전기가 있다.

#### 8.3.3.4 전선로 분리

전선로 분리는 설계지침서 86-57000-DG-001과 관련 안전설계지침

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

서 및 CAN/CSA-N293-M87 표준을 따른다.

#### 8.3.3.5 식별번호

전선로와 케이블을 포함한 각 전기기기는 문자와 숫자로 된 고유의 번호를 갖는다.

번호의 목적은 설계단계에서 정의되어 구매, 건설 및 유지정비단계에서도 전선로 및 기기에 일관성 있게 구분하는데 있다. 54

이러한 설계, 건설, 시운전에 적용하는 식별번호는 BSI(Basic Subject Index)에 기초한다.

번호의 상세 분류방법은 설계기준서 8600-57020-0001-00-DC-A에 기술하였다.

#### 가. 전선로 번호

케이블 트레이, 전선관, 케이블 트렌치, 원자로건물 전기관통설비(EPA)를 포함하여 각 전선로의 부선로 번호는 전 경로에 걸쳐서 동일한 번호를 갖는다. 54

상이한 집단별로 다음과 같이 부선로 번호단위가 부여된다.

1 - 99	현장임의 경로
100 - 999	원자로건물 벽관통구
1000 - 4999	핵증기 공급계통
5000 - 6299	BNSP(Balance of Nuclear Steam Plant)
6300 - 7999	BOP(Balance of Plant)
8000 - 8999	핵연료기계
9000 - 9999	전선관을 사용한 경로

핵증기 공급계통내에서는 다음과 같은 번호로 구분된다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### · 제어계통

	집단 I	집단 II	
기수 또는 제1분리 계통	1000-1799	1800-1999	1
제2 분리계통	2000-2799	3800-2999	3
우수 또는 제3분리 계통	3000-3799	3800-3999	

#### · 전력계통

우수	기수
4000-4998	4001-4999

기본적으로 기수번호는 기수계통에, 우수번호는 우수계통에 쓰인다. 전력과 제어/계측계통의 식별 목적으로 선로 부선로번호가 추가 부여된다.

주선로 번호와 케이블이 포설된 전선로계통내의 여러 부선로를 통하여 특정선로를 구분한다.

일반적으로 5자리 숫자로 구성되는 주선로번호도 같은 방법으로 식별번호를 적용한다.

#### 나. 케이블 번호

2개의 문자와 그 뒤의 2 또는 3자리 숫자로 구성된 번호구조를 가지고 있다.

케이블 번호는 NSSS와 BOP를 구분할 수 있도록 번호구역을 정하여 구분한다.

각심선은 전력케이블과 계측/제어케이블 기술사양서 8600-57100-0001-00-TS-A, 8600-57200-0001-00-TS-A에 따라정해진 문자에 의해 표기된다.

#### 다. 기기 번호

전기기기의 번호는 다음과 같은 형태로 구분한다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- BSI를 기준으로 기기 기능을 알 수 있는 처음 4자리 또는 5자리 숫자
- 기기의 형식을 나타내는 기기부호
- 용도와 작업집단을 나타내는 일련번호

설계기준서에 상세설명 및 사용법이 기술되어있다.

기기번호 부여체계도 상기의 번호체계와 동일하다.

1

#### 8.3.3.6 전력 및 제어/계측 케이블

문자로 된 색별부호가 최대 1피트 간격으로 표시된다.

제어 및 계측케이블은 전력케이블과 구별하기 위해 케이블의 전 길이에 걸쳐서 그 외피에 최소 2개의 하얀줄 무늬가 착색 되어있다.

1



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3.4 보조전력 계통

##### 8.3.4.1 접지설비

2개의 접지계통중 주계통은 부지에 매설되어 일정간격으로 설치된 접지봉에 연결되는 다수의 나연동선으로 구성된다. 일반적으로 접지도체는 발전소 건물 주위를 둘러싸고 있는 것과 공통 옥외개폐소를 둘러싸고 있는 것이 있는데, 이 2개의 접지망은 상호 연결되며, 2, 3, 4호기 및 1호기의 접지망도 상호 연결되어있다. 모든 전기기기, 기기지지물 및 건물철구조물, 계단, 탱크 같은 철구조물은 이 접지계통과 연결되는데 전력계통의 중성점도 접지한다.

또다른 접지계통은 발전소 계측회로를 위한 것으로서 폴리염화비닐(PVC) 절연도체로 구성되며 한쪽만 주접지망과 가장 가까운 곳에 연결한다.

##### 8.3.4.2 전력계통의 접지

전력계통의 접지는 다음과 같다.

345kV	직접접지
22kV	접지용 변압기경유 저항접지
13.8kV	저항접지. 최대접지사고전류 1000A
4.16kV	저항접지. 최대접지사고전류 1000A
3급 스위치기어	저항접지. 최대접지사고전류 600A
480V	직접접지
직류계통	비접지

##### 8.3.5 비상전원공급계통

비상전원공급계통은 다음과 같이 선택된 가상사고 도중 그리고 사

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

고후에 2그룹과 1그룹 안전계통 중 제한된 부속물에 전력을 공급한다.	1
가. 설계기준지진	
나. 등급4와 등급3 전원상실	3
다. 부지 설계지진을 수반하는 원자로 1기의 냉각재 상실사고 비상전원계통의 목표는 아래와 같은 기능을 수행하기 위하여 안전 관련계통에 전력을 공급하는 것이다.	
가. 원자로의 붕괴열 제거	1
나. 원자로 건물로부터 핵분열 생성물 방출 제한	
다. 원자로 상태 감시	
지진사고는 모든 전력공급원(부지내 및 부지외)의 고장을 야기 시 킬수 있다. 내진 설계된 비상전원공급계통은 발전소내에서 지진후 필요한 기능을 수행하기 위한 유일한 전력공급원이다.	3
8.3.5.1 설계요건	
안전관련계통으로서 비상전원공급계통은 아래와 같은 AECL 안전 설계지침의 요건을 만족시켜야 한다.	
86-03650-SDG-001 안전관련계통	
86-03650-SDG-002 내진검증	1
86-03650-SDG-004 그룹화 및 분리	
86-03650-SDG-005 화재방호	
가. 비상전원공급계통으로부터 어느 연결된 부하로의 전력공급이 $10^{-2}$ 의 이용불능도를 가지도록 목표설정	54
나. 장기간 비상노심냉각운전(2000시간까지 계속)을 위한 적당한 신 뢰도 보장	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

다. 장기간 붕괴열제거와 사고후 원자로 감시를 위한 전력공급능력 확보

#### 8.3.5.2 운전요건

가. 비상조건하에서 운전자가 계통운전을 시작하기 위하여 대처하는 시간을 30분으로 제한. 3

나. 월성 3호기의 각 비상디젤발전기 및 부속 계통은 이용불능도의 목표치인  $10^{-2}$ 을 만족하고 준비성을 보장하기 위하여 격주 간격으로 시험되어야 한다. 54

다. 모든 비상전원공급계통 기기는 중앙집중제어와 가까운 상태에서 수행될수 있도록 제2제어실에 위치하여야 한다. (ECC 펌프모터로 공급되는 절체스위치는 제외함) 3

#### 8.3.5.3 설계설명 (비상전원공급 단선배치도인 그림 8.3.1 및 8.3.2 참조)

비상전원공급(EPS)계통은 2중화되고 기능적으로 독립된 기기의 계열로 구성되어 있다. 각 계열은 ECC펌프모터로 4.16kV를 공급하는 4.16kV 스위치기어와 4160/480V 감압전력변압기로 이루어진다. 54

4.16kV 레벨에서 교차연결 전원공급 장치가 만들어져 있다. 키 작동 스위치는 2개 전원의 병렬운전 가능성을 방지한다. 1

각 전력변압기는 480V 전력을 저전압 EPS 배전판넬로 공급한다.

각 채널은 EWS 펌프모터, ECC 와 EWS 전동밸브, 2그룹계통을 위한 48V 직류 및 120V 교류제어 전원 및 계측전원, 제2제어실의 비상조명, 수소 점화판넬 그리고 EPS/SCA의 공기조화 및 냉난방을 위한 서비스판넬로 전력을 공급한다. 54

480V 레벨 및 그 이하의 전기부하는 연결차단기의 작동에 의해 어 1

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

느 쪽 변압기든 이로부터 공급될 수 있다. 키 작동스위치는 변압기의 병렬운전을 방지한다.

#### 8.3.5.3.1 설계용량 및 부하 평가

월성 3호기의 각 비상디젤발전기의 정격은 1200kW 이다. 월성 3호기 비상디젤발전기의 최대 평가부하는 처음 10분간 1032kW이고 이후로는 999.5kW이다.

#### 8.3.5.3.2 연동 및 보호

4.16kV 기수 및 우수 스위치기어로 전력을 공급하는 유입 차단스위치(DS-1 및 DS-2)는 모선연결스위치(기수 및 우수 모선사이)와 키로 연동되어 있다. 이 연동은 유입스위치중 하나의 최초개방 없이는 모선연결차단스위치가 폐쇄되는 것을 금지함으로서 기수 및 우수 전원의 병렬운전을 방지한다. 유사한 키 연동배열이 480V 스위치기어에 존재한다.

월성 3호기의 비상디젤발전기는 전기적인 사고에 대하여 발전기와 외부케이블을 보호하기 위하여 차동 보호 장치가 갖추어져 있다. 디젤발전기는 또한 과전류, 과전압, 저전압 및 접지고장으로부터 보호된다. EPS 분배계통은 퓨즈에 의해 보호된다. 디젤엔진은 과속으로부터 보호장비가 갖추어져 있다. 이 계통은 또한 여러 운전상태에 대한 경보를 발한다. 비상조건하에서 운전되는 동안 엔진과속을 제외한 모든 보호장치는 우회된다.

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3.5.4 내진검증

EPS 디젤발전기 집합체, 부속물 및 분배계통의 모든 기기부품들은 내진검증 되어서 설계기준지진 동안 및 이후에 안전기능을 시작하고 수행할 수 있다. 3

#### 8.3.5.5 신뢰도 해석

EPS 계통에 대하여 수행한 신뢰도 해석으로부터 이 계통은 이용불능도의 목표치인  $10^{-2}$ 을 만족시키는 것으로 판명되었다. 54

#### 8.3.5.6 시험요건

이용불능도의 목표치인  $10^{-2}$ 을 만족시키기 위하여 각 EPS 디젤발전기 집합체(기수 및 우수)와 부속분배계통은 격주간격으로 시험된다.

시험기간동안 하나의 디젤발전기 집합체 또는 분배계통이 기능을 상실한 경우 160시간내에 수리되어야 하며 운전 가능한 디젤발전기에 대한 시험 주기를 단축하여 수행되어야 한다. 2개의 디젤발전기 모두 또는 배전계통 모두가 고장날 경우 원자로는 48시간 이내에 운전정지되어야 한다. 3

##### 8.3.5.6.1 디젤발전기와 분배계통의 시험

저부하 상태하의 운전을 피하기 위하여 ECC 펌프 모터, EWS 펌프 모터 또는 별도의 부하를 연결할 수 있다. 152

이 외에 매 계획예방정비 기간마다 이 집합체가 8시간동안 아래 기기와 연결되어 운전되도록 권고한다.

가. 한 대의 ECC 펌프모터 152

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

나. 한 대의 EWS 펌프모터	54
다. 조명 및 공기조화 부하	
시험을 계통의 전원이 가압되기전에 배전기준들의 어떤 손상이나 느슨한 연결 또는 불결접촉등이 점검되어야 한다.	1
8.3.5.6.2 EPS 디젤발전기 집합체의 시동을 위한 축전지의 검사와 시험	
· 검사	
가. 격주별	
축전지의 일반적인 검사는 각 디젤발전기 집합체의 주기적 시험 동안 격주 간격으로 수행되어야 하고 아래사항을 점검하고 기록해야 한다.	152
1) 축전지 충전기 출력전류/전압과 축전지 단자에서의 전압	
2) 축전지 단자 및 저장대의 일반적인 외관과 청결도, 주위 공기 온도 및 환기상태	
3) 전해질 레벨, 누설, 파단 및 부식에 대한 어떠한 조짐	
나. 분기별	1
적어도 3개월에 한 번씩 개별 축전지 전압, 단자전압, 비중, 전해액 온도를 점검하고 기록을 남겨야 한다.	
다. 매 계획예방정비 시	
매 계획예방정비 시 축전지의 상태, 축전지와 축전지간의 연결저항과 축전지 저장대의 건전성을 점검하고 기록해야 한다.	190
· 시험	
주기적인 검사 외에 5년마다 각 축전지는 축전지 용량시험을 거쳐야 한다. 최초의 축전지 허가시험은 제작자의 시설에서 수행되며 최초 2년 사용기간 내에 성능용량시험을 수행해야 한다. 성능용량시험동안 축전지(제작자의 추천을 받은)는	

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

일정한 전류상태에서 방전될 것이며 개별 축전지 전압이 10.5 Volt로 떨어지는 실제시간이 기록될 것이다. 어떤 주어진 방전시간의 백분율로 표시된 실제 방전시간은 축전지의 용량을 나타낸다.

190

최초 성능시험으로부터 시작하여 85%까지 떨어진 축전지는 매년 성능시험을 거쳐야 하며 80%이하로 떨어졌을 때는 교체되어야 할 것이다.

54

매 계획예방정비시마다 축전지 1뱅크에 의한 디젤 기동시험을 수행한다.

비상상황에서 EPS전력이 요구되어지면, 운전자는 기동스위치를 누름으로 해서 제2제어지역으로부터 30분내에 발전기를 기동시켜서 4.16 kV와 480V 모선들을 가압시킬 것이다.

### 8.3.6 케이블의 화재예방

안전 및 비안전관련 케이블의 화재예방 및 보호대책은 아래와 같다.

가. 케이블의 전류정격 및 군집포설로 인한 감소율은 CSA C22.1과 ICEA P-54-440 외에 ICEA P-46-426을 참고로 한 제작자표준을 기준으로 한다.

케이블은 케이블 트레이(Tray)에 2<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 인치 깊이로 하고 점적율이 전력케이블인 경우는 65%, 제어/계측케이블 경우는 80%를 넘지 않도록 포설한다.

54

나. 케이블 포설지역에는 화재탐지 및 보호설비를 설치한다.

다. 케이블 트레이간의 분리는 선로 및 분리에 관한 설계지침서 86-57000-DG-001과 설계기준서 8600-57000-0001-00-DC-A와 화재보호에 관한 안전설계지침서 86-03650-SDG-005에 따라 유지된다.

1

라. 내화벽 및 바닥을 관통하는 케이블에는 방화재(Fire Stop)를 사용한다.



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.3.7 월성 이동형 발전차 설비

##### 8.3.7.1 배경

트럭 또는 트레일러에 탑재된 월성 이동형 발전차가 부지별로 1대 확보된다. 월성 이동형 발전차는 소내정전사고와 동시에 예비디젤발전기(SDG) 및 비상전원공급(EPS) 디젤발전기 전원이 장기간 이용불능인 조건에서 충분한 길이의 전원케이블을 사용하여 발전소의 필수부하에 전원을 공급한다. 월성 이동형 발전차는 연속운전 정격 3,200kW이다. 전원 연결점은 다음과 같다.

- 가. Turbine Building [ ]의 경우 5323-BUE 또는 5323-BUF 모선에 전원을 공급한다.
- 나. SCA Room [ ]의 경우 52900-PL1465 또는 52900-PL1466 모선에 전원을 공급한다.

##### 8.3.7.2 설계기준

월성 이동형 발전차는 다음의 설계기준을 따른다.

- 가. 후쿠시마 원전사고 후속조치로서 건물방수에 의한 전원공급설비(비상전원공급 디젤발전기, 예비디젤발전기, 고압배전반)의 건전성이 확보될 경우에는 현재의 전원계통만으로도 다양한 사고 시나리오에 대한 대처가 충분하나 예상치 못한 소내정전사고를 고려하여 1대의 이동형 발전차를 확보함으로써 안전성을 증대시킨다.
- 나. 월성 이동형 발전차는 3상/4.16kV/60Hz 이며, 용량은 연속운전 3,200kW 정격으로 72시간 이상 연속운전이 가능하도록 한다.
- 다. 월성 이동형 발전차는 후쿠시마 원전사고와 같은 장기 소내정전사고에 대처하기 위한 비상용 설비이므로 품질등급 "S"로 설계한다.



### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

- 라. 월성 이동형 발전차는 후쿠시마 원전사고와 같은 지진, 해일에 대비하여 안전한 지대에 보관하고, 필요시 전원공급이 가능한 접속 지점으로 이동하여 임시케이블 연결 후 전원을 공급한다.
- 마. 월성 이동형 발전차는 소내정전사고 후 2시간 이내에 전원공급이 가능하도록 한다.

#### 8.3.7.3 장기 소내정전사고(SBO) 대처분석

##### 8.3.7.3.1 대처시간

월성 이동형 발전차는 소내정전사고에 대처하기 위해 설치된 예비 디젤발전기(SDG) 및 비상전원공급(EPS) 디젤발전기까지 이용불능한 상황에서 발전소 안전성 확보에 필수적인 전원을 공급하고, 노심손상을 방지하기 위해 원자로 냉각재의 자연순환냉각을 유지할 수 있도록 하기위한 설비에 전원을 공급한다.

월성 이동형 발전차는 1시간 용량의 자체 연료탱크가 설치되어 있으며, 72시간 이상 연속운전이 가능하도록 설계되어 있다. 1시간 이상 장기간 운전이 필요한 경우에도 연료 수동 이동 등을 통해 연속운전이 가능하다.

##### 8.3.7.3.2 대처능력

월성 이동형 발전차의 장기 소내정전사고 대처능력에는 다음 사항이 고려되었다.

가. 소내정전사고 발생과 동시에 예비디젤발전기 및 비상전원공급 디젤발전기의 이용이 장기간 불가능한 경우 발전소 필수설비에 전력을 공급하기 위하여 월성 이동형 발전차를 확보한다.

나. 월성 이동형 발전차의 용량은 장기 소내정전사고시 공급할 필수부하 용량을 고려하여 3,200kW로 선정한다.

### 월성 3.4 호기 최종안전성분석보고서

다. 장기 소내정전사고가 발생하면 월성 이동형 발전차를 전원공급 지점으로 이동한 후 발전차의 차단기와 전원 접속함 사이를 임시 전원케이블로 연결한다. Turbine Building의 경우 5323-BUE 또는 5323-BUF 모선에 전원케이블을 연결하며, SCA Room의 경우 52900-PL1465 또는 52900-PL1466 모선에 전원케이블을 연결한 후 수동으로 발전기 기동 및 순차적으로 부하를 투입한다.

라. 월성 이동형 발전차 배치 위치에서 전원 접속함까지의 임시전원 케이블 길이는 충분한 여유를 고려하여 최대 70미터이다.

마. 월성 이동형 발전차는 자체연료탱크에 1시간 운전용량의 연료를 저장하고 있으며, 추가 연료가 공급되면 72시간 이상 연속운전이 가능하다.

바. 월성 이동형 발전차는 지진 및 해일에 안전하도록 발전소 부지 내 고지대에 내진설계가 된 건물내에 보관하며, 이동의 편의성, 신속성 및 보관 적합성 등이 고려된 장소에 보관한다.

사. 월성 이동형 발전차는 기존의 도로망을 이용하며, 임시 전원 접속지점은 전원 접속함과 최단거리 유지가 가능한 지점(예비디젤발전기 건물 또는 비상전원공급 디젤발전기 건물 인근)으로 선정한다.

#### 8.3.7.3.3 주기기시험

월성 이동형 발전차는 제작사 지침서에 따라 주기적인 시험을 수행하여 운전가능함을 입증한다.

170

월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.3.8 필수정보제공계통 전원설비 보강

8.3.8.1 배경

필수정보제공계통 부하전원 공급을 위한 3상/480V/60Hz, 500kW 저압(480V)용 이동형 발전차를 부지별 1대 확보한다.

저압(480V)용 이동형 발전차에 구비된 480V/120V, 30kVA 변압기를 통해 필수정보제공계통에 전원을 공급한다.

8.3.8.2 목적

후쿠시마 원전사고 후속조치로서 건물방수에 의해 전원공급설비(비상 전원공급 디젤발전기, 예비디젤발전기, 전원공급배전반)의 건전성이 확보될 경우에는 현재의 전원계통만으로도 다양한 사고 시나리오에 대한 대처가 충분하나, 예상치 못한 필수정보제공계통의 전원상실을 고려하여 월성 1,2,3,4 호기에 공용으로 1대의 저압(480V)용 이동형 발전차를 확보함으로써 필수정보제공계통의 전원 신뢰도를 증대시킨다.

8.3.8.3 전원공급 및 보관위치

8.3.8.3.1 전원공급

저압(480V)용 이동형 발전차는 예비디젤발전기(SDG)가 이용불능인 상황에서 발전소의 필수안전변수를 비상대응조직에 지속적으로 제공할 수 있도록 제어용 전산기(DCCX,Y)와 원격감시설비에 비상전원을 공급한다.

8.3.8.3.2 보관위치

저압(480V)용 이동형 발전차의 보관위치는 다음사항이 고려되었다.

월성 3.4 호기 최종안전성분석보고서

가. 저압(480V)용 이동형 발전차는 침수에 안전하도록 발전소 부지 중 고지대에 보관하며, 이동의 편의성, 신속성 및 보관 적합성 등이 고려된 장소에 보관한다.

나. 저압(480V)용 이동형 발전차는 기존의 도로망을 이용하여 이동하며, 전원 공급지점은 전원 수전설비와 최단거리 유지가 가능한 지점으로 선정한다.

8.3.8.3.3 주기사험

저압(480V)용 이동형 발전차는 제작자 지침서에 따라 주기적인 시험을 수행하여 운전가능함을 입증한다.

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.  
월성 3, 4 호기 최종안전성분석보고서

표 8.3 - 1 등급3 전원 부하접속(우수)

	ELAPSE TIME (sec.)	SEQUENCE STEP	LOAD DESCRIPTION	CONTROL	LOSS OF CLASS IV ONLY				LOSS OF CLASS IV AND LOCA				EQIP. NO.					
					2x100% PWR available		1x100% PWR available		2x100% PWR available		1x100% PWR available							
NOTE 2.				OFF-STBY-AUTO-ON OFF-STBY-AUTO-ON OFF-STBY-ON OFF-ON OFF-STBY-ON OFF-ON OFF-STBY-ON OFF-ON OFF-STBY-ON OFF-ON OFF-STBY-ON OFF-ON OFF-ON OFF-ON	CBs not tripped	1987 KW	CBs not tripped	1987 KW	CBs not tripped	1829 KW	CBs not tripped	1829 KW	23					
					CBs not tripped	224 KW	CBs not tripped	224 KW	CBs not tripped	224 KW	CBs not tripped	224 KW						
					Reset(not run)		Reset(not run)		Run	560 KW	Reset(not run)	560 KW						
					Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)							
					Run	187 KW	Run	187 KW	Run	187 KW	Run	187 KW						
					Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)							
					Run	149 KW	Run	149 KW	Run	149 KW	Run	149 KW						
					Run	149 KW	Run	800 KW	Run	800 KW	Run	800 KW						
						800 KW												
					Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)							
					Reset(not run)		Reset(not run)		Inhibt		Inhibt							
					Run	1025 KW	Run	1025 KW	Run	1025 KW	Run	1025 KW						
					Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)		Reset(not run)							
					Run	800 KW	Run	800 KW	Run	800 KW	Run	800 KW						
					Run	385 KW	Run	385 KW	Run	385 KW	Run	385 KW						
NOTE 3.				OFF-ON	Run	448 KW	Run	448 KW	Run	448 KW	Reset(not run)		23					
				OFF-ON	Run	149 KW	Run	149 KW	Run	149 KW	Run	149 KW						
NOTE 2.				OFF-ON	Run	110 (90) KW	Run	110 (90) KW	Run	110 (90) KW	Run	110 (90) KW	23					
				OFF-ON	Run	187 KW	Run	187 KW	Run	187 KW	Run	187 KW						
TOTAL :					6020 KW				TOTAL :				5974 KW				86	
					(W3 Load excluded)				(W3 Load excluded)									
					6451 KW				6405 KW									
					(W3 Load included)				(W3 Load included)									

Notes 1. Loads indicated to run in Col.1-100% PWR available are the minimum requirements.

2. Applicable to Wolsong-3 only.

3. Applicable to Wolsong-3 : 110KW (Applicable to Wolsong-4 : 90KW)



표 8.3 - 1 등급3 전원 부하접속(홀수)

	ELAPSE TIME (sec.)	SEQUENCE STEP	LOAD DESCRIPTION	CONTROL	LOSS OF CLASS IV ONLY		LOSS OF CLASS IV AND LOCA		EQUIP. NO.
					2x100% PWR available	1x100% PWR available	2x100% PWR available	1x100% PWR available	
NOTE 2.				CBs not tripped	2119 KW	2119 KW	1976 KW	1976 KW	
				CBs not tripped	224 KW	224 KW	224 KW	224 KW	
				OFF-STBY-AUTO-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Run	560 KW	
				OFF-STBY-AUTO-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	
				OFF-STBY-ON	Run	187 KW	Run	187 KW	
				OFF-STBY-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	
				OFF-ON	Run	149 KW	Run	149 KW	
				OFF-STBY-ON	Run	800 KW	Run	800 KW	
				OFF-STBY-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	
				OFF-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Inhibit	Inhibit	
				OFF-STBY-ON	Run	1025 KW	Run	1025 KW	
				OFF-STBY-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	
				OFF-STBY-ON	Run	800 KW	Run	800 KW	
				OFF-STBY-ON	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	Reset(not run)	
				OFF-ON	Run	90 KW	Run	90 KW	
				OFF-ON	Run	448 KW	Run	448 KW	
				OFF-ON	Run	149 KW	Run	149 KW	
NOTE 4.				OFF-ON	Run	110 (90) KW	Run	110 (90) KW	
NOTE 3.				OFF-ON	Run	385 KW	Run	385 KW	
TOTAL :					6242 KW (W3 Load excluded) 6486 KW (W3 Load included)		6211 KW (W3 Load excluded) 6455 KW (W3 Load included)		

Notes 1. Loads indicated to run in Col.1-100% PWR available are the minimum requirements.  
2. Applicable to Wolsong-3 only.  
3. Aux. Boiler feed Pump shall be fed from ODD BUS in manual when EVEN diesel generator is inoperable.  
4. Applicable to Wolsong-3 : 110KW (Applicable to Wolsong-4 : 90KW)

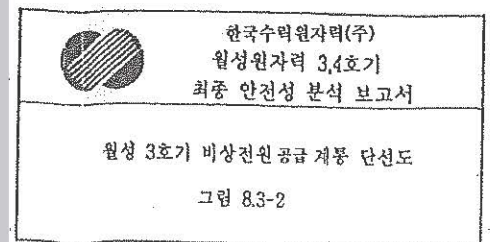
본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보 공개용으로 작성한 문서입니다.



한국수력원자력(주)  
월성원자력 3,4호기  
취중 안전성 분석 보고서

월성 4호기 비상전원 공급계통 단선도

그림 8.3-1





### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 8.4 참고문헌

##### 표준규격

8.4- 1	IEEE 80 :	AC Sub-Station Grounding	
8.4- 2	IEEE 323 :	Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Stations	
8.4- 3	IEEE 344 :	Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Equipment	1
8.4- 4	IEEE 387 :	Standard Criteria for Diesel Generator Units Applied as Standby Power Supplies for Nuclear Power Generating Stations	
8.4- 5	IEEE 450 :	Recommended Practice for Maintenance Testing and Replacement of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations	1
8.4- 6	IEEE 484 :	Recommended Practice for Design and Installation of Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.4- 7	IEEE 485 :	Recommended Practice for Sizing Large Lead Storage Batteries for Generating Stations and Substations	1
8.4- 8	CAN/CSA-N293-M87	Fire Protection for CANDU Nuclear Power Plants	
	<u>설계지침서</u>		1
8.4- 9	8600-52000-DG-001 :	Class III Power Requirements for Standby Generator Loads and Load Sequencing	
8.4- 10	8600-54300-DG-001 :	Control of Electrical Loads	
8.4- 11	8600-55000-DG-001 :	Class I and II Power Supply System	
8.4- 12	8600-57000-DG-001 :	Routing, Separation and Seismic Requirements for Control and Power Cabling System	1
8.4-13	8600-57100-DG-001 :	Wolsong-2 Nuclear Power Plant Power Cables	
8.4-14	8600-57200-DG-001 :	Wolsong-2 Nuclear Power Plant Control and Instrumentation Cables	
8.4-15	DG-XX-60000-1 :	Instrumentation Grounding Requirements for CANDU PHWR 600 MWe Generating Stations	

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.4-16	86-03650-SDG-001 :	Safety Related System	1
8.4-17	86-03650-SDG-002 :	Seismic Qualification	
8.4-18	86-03650-SDG-004 :	Grounding and Separation	
8.4-19	86-03650-SDG-005 :	Fire Protection	

#### 설계기준서

| 1

8.4-20	8600-50510-0001-00-DC-A :	Design Criteria for Class IV System
8.4-21	8600-52000-0001-00-DC-A :	Design Criteria for ClassⅢ System
8.4-22	8600-55000-0001-00-DC-A :	Design Criteria for Class I and II System
8.4-23	8600-56000-0001-00-DC-A :	Design Criteria for the Lighting System
8.4-24	8600-57000-0001-00-DC-A :	Design Criteria for Cable Routing and Separation
8.4-25	8600-57020-0001-00-DC-A :	Design Criteria for Electrical Equipment and Cable Numbering System
8.4-26	8600-57100-0001-00-DC-A :	Design Criteria for the Power Cables
8.4-27	8600-58000-0001-00-DC-A :	Design Criteria for Station Grounding

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

#### 설계참고서

8.4-28	8602-52900-DM-001 :	Emergency Power Supply System units 2
8.4-29	8634-52900-DM-002 :	Emergency Power Supply System units 3/4
8.4-30	8602-52900-220-901	Technical Document - Preliminary Short Circuit and Coordination Study for Wolsong-2 EPS.
8.4-31	8634-52900-220-901 :	Technical Document - Preliminary Short Circuit and Coordination Study for Wolsong 3/4 EPS.

#### 설계보고서

8.4-32	8624-50510-0002-00-DR-A :	Short Circuit Study
8.4-33	8624-50520-0001-00-DR-A :	Load Flow Study
8.4-34	8603-50510-0002-00-DR-A :	Short Circuit Study
8.4-35	8603-50520-0001-00-DR-A :	Load Flow Study
8.4-36	8609-01320-CSR-501	: Analysis Report of Electrical System of WTRF

#### 설계설명서

8.4-37	8600-51400-0001-00-DE-A :	Main Power Output System
--------	---------------------------	--------------------------

### 월성 3,4 호기 최종안전성분석보고서

8.4-38	8600-52000-0001-00-DE-A : Class III System
8.4-39	8600-55000-0001-00-DE-A : Class I and II System
8.4-40	8600-53000-0004-00-DE-A : 13.8kV and 4.16kV, Class III and Class IV Transfer systems and Synchronizing

