

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

제 10 장 - 동력 변환 계통

목 차

		<u>페이지</u>
10.	<u>동력변환계통</u>	
10.1	<u>개요</u>	10.1-1
10.1.1	일반사항	10.1-1
10.1.2	보호 및 안전 관련 특성	10.1-2
10.1.2.1	외부전원상실 및 터빈 비상정지	10.1-2
10.1.2.2	과압보호	10.1-2
10.1.2.3	급수상실	10.1-2
10.1.2.4	터빈 과속보호	10.1-3
10.1.2.5	터빈비산물 보호	10.1-3
10.2	<u>터빈발전기</u>	10.2-1
10.2.1	설계기준	10.2-1
10.2.1.1	안전 설계기준	10.2-1
10.2.1.2	출력운전 설계기준	10.2-1
10.2.1.3	코드 및 표준	10.2-2
10.2.2	계통 설계	10.2-3
10.2.2.1	터빈발전기	10.2-3
10.2.2.2	터빈발전기계통 설명	10.2-3
10.2.2.3	기본 제어기능	10.2-4
10.2.2.3.1	디지털 제어 및 감시 계통	10.2-5
10.2.2.3.1.1	속도제어 기능	10.2-6
10.2.2.3.1.2	부하제어 기능	10.2-7
10.2.2.3.1.3	유량제어 기능	10.2-8
10.2.2.3.1.4	출력/부하 불평형	10.2-8
10.2.2.4	터빈보호트립	10.2-10
10.2.2.4.1	비상과속트립	10.2-11
10.2.2.4.2	순차적 트립 방식	10.2-12

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

	<u>페이지</u>
10.2.2.4.3 증기밸브 폐쇄	10.2-12
10.2.2.4.4 24 V 및 125 V 직류트립계통	10.2-13
10.2.2.5 기타 보호계통	10.2-13
10.2.2.6 발전소부하 및 부하추종	10.2-14
10.2.2.7 검사 및 시험	10.2-14
10.2.3 터빈디스크 건전성	10.2-14
10.2.3.1 재료의 선택	10.2-14
10.2.3.2 파괴인성	10.2-15
10.2.3.3 고온 특성	10.2-15
10.2.3.4 터빈디스크 설계	10.2-16
10.2.3.5 가동전 검사	10.2-16
10.2.3.6 가동중 검사	10.2-17
10.2.4 평가	10.2-18
10.2.4.1 출력 생산	10.2-18
 10.3 <u>주증기계통</u>	 10.3-1
10.3.1 설계기준	10.3-1
10.3.1.1 안전 설계기준	10.3-1
10.3.1.2 출력운전 설계기준	10.3-2
10.3.2 계통 설명	10.3-3
10.3.2.1 개요	10.3-3
10.3.2.2 기기 설명	10.3-3
10.3.2.2.1 주증기배관	10.3-3
10.3.2.2.2 주증기 격리밸브	10.3-4
10.3.2.2.3 유량제한기	10.3-6
10.3.2.2.4 주증기 안전밸브	10.3-6
10.3.2.2.5 주증기 대기방출밸브	10.3-6
10.3.2.2.6 터빈 우회밸브	10.3-7
10.3.2.3 계통 운전	10.3-7
10.3.3 안전성 평가	10.3-8
10.3.4 시험 및 검사	10.3-10
10.3.4.1 가동전 밸브 시험	10.3-10



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

		<u>페이지</u>
10.3.4.2	가동전 계통 시험	10.3-10
10.3.4.3	가동중 시험	10.3-10
10.3.5	2차계통 수질화학조건	10.3-11
10.3.5.1	화학조절 기준	10.3-11
10.3.5.2	부식 조절 효과	10.3-15
10.3.6	증기 및 급수계통 재료	10.3-16
10.3.6.1	파단인성	10.3-16
10.3.6.2	재료 선정 및 제작	10.3-17
10.3.6.2.1	ASME 코드 Sec. III, 부록 I에 포함되지 않는 재료	10.3-17
10.3.6.2.2	오스테나이트계 스테인레스강 기기	10.3-17
10.3.6.2.3	Class 2 기기의 청결 및 취급	10.3-17
10.3.6.2.4	저 합금강 탄소강의 예열 온도	10.3-17
10.3.6.2.5	접근제한구역에 대한 용접사 자격	10.3-18
10.3.6.2.6	비파괴검사 절차	10.3-18
10.3.6.3	규격 및 표준	10.3-18
10.4	<u>동력변환계통의 기타 특성</u>	10.4-1
10.4.1	주복수기	10.4-1
10.4.1.1	설계기준	10.4-1
10.4.1.1.1	안전 설계기준	10.4-1
10.4.1.1.2	출력운전 설계기준	10.4-1
10.4.1.1.3	규격 및 표준	10.4-2
10.4.1.2	계통 설명	10.4-2
10.4.1.3	안전성 평가	10.4-4
10.4.1.4	시험 및 검사	10.4-4
10.4.1.5	계측설비	10.4-5
10.4.2	복수기진공계통	10.4-5
10.4.2.1	설계기준	10.4-5
10.4.2.1.1	안전 설계기준	10.4-5
10.4.2.1.2	계통 설계기준	10.4-5
10.4.2.2	계통 설명	10.4-6
10.4.2.3	안전성 평가	10.4-7

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

<u>목 차 (계속)</u>		<u>페이지</u>
10.4.2.4	시험 및 검사	10.4-7
10.4.2.5	계측설비	10.4-7
10.4.3	터빈축밀봉계통	10.4-8
10.4.3.1	설계기준	10.4-8
10.4.3.1.1	안전 설계기준	10.4-8
10.4.3.1.2	출력운전 설계기준	10.4-8
10.4.3.2	계통 설명	10.4-9
10.4.3.3	안전성 평가	10.4-10
10.4.3.4	시험 및 검사	10.4-10
10.4.3.5	계측설비	10.4-10
10.4.4	터빈우회계통	10.4-10
10.4.4.1	설계기준	10.4-10
10.4.4.2	계통 설명 및 운전	10.4-12
10.4.4.2.1	개요	10.4-12
10.4.4.2.2	배관 및 계측설비	10.4-12
10.4.4.2.3	터빈 우회밸브	10.4-12
10.4.4.2.4	계통 운전	10.4-13
10.4.4.3	안전성 평가	10.4-13
10.4.4.4	시험 및 검사	10.4-14
10.4.4.5	계측설비	10.4-14
10.4.5	순환수계통	10.4-14
10.4.5.1	설계기준	10.4-14
10.4.5.2	계통설명	10.4-15
10.4.5.3	안전성 평가	10.4-17
10.4.5.4	시험 및 검사	10.4-18
10.4.5.5	계측설비	10.4-18
10.4.6	복수탈염계통	10.4-18
10.4.6.1	설계기준	10.4-18
10.4.6.2	계통 설명	10.4-19
10.4.6.2.1	개요 및 계통운전	10.4-19
10.4.6.2.2	기기 설명	10.4-21
10.4.6.2.2.1	개요	10.4-21
10.4.6.2.2.2	양이온 교환탑	10.4-21



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

		<u>페이지</u>
10.4.6.2.2.3	혼합상 이온 교환탑	10.4-21
10.4.6.2.2.4	양이온 재생 및 저장탱크	10.4-22
10.4.6.2.2.5	혼합상 이온 재생탱크	10.4-22
10.4.6.2.2.6	황산과 가성소다 저장 및 공급계통	10.4-22
10.4.6.2.2.7	시료채취계통	10.4-23
10.4.6.3	안전성 평가	10.4-23
10.4.6.4	시험 및 검사	10.4-23
10.4.6.5	계측설비	10.4-23
10.4.7	복수 및 급수계통	10.4-24
10.4.7.1	설계기준	10.4-24
10.4.7.1.1	안전 설계기준	10.4-24
10.4.7.1.2	출력운전 설계기준	10.4-25
10.4.7.2	계통 설명	10.4-26
10.4.7.3	안전성 평가	10.4-28
10.4.7.4	시험 및 검사	10.4-29
10.4.7.5	계측설비	10.4-30
10.4.8	증기발생기취출계통	10.4-31
10.4.8.1	설계기준	10.4-32
10.4.8.2	계통 설명 및 운전	10.4-33
10.4.8.2.1	개요	10.4-33
10.4.8.2.2	기기 설명	10.4-34
10.4.8.2.2.1	증기발생기 취출수 재생 열교환기	10.4-34
10.4.8.2.2.2	증기발생기 취출수 비 재생 열교환기	10.4-34
10.4.8.2.2.3	플래시탱크	10.4-34
10.4.8.2.2.4	고유량 취출수 이송펌프	10.4-35
10.4.8.2.2.5	습식 휴관 재순환 펌프	10.4-35
10.4.8.2.2.6	여과기	10.4-35
10.4.8.2.2.7	탈염기	10.4-35
10.4.8.2.3	계통 운전	10.4-35
10.4.8.3	안전성 평가	10.4-37
10.4.8.4	시험 및 검사	10.4-38
10.4.8.5	계측설비	10.4-38
10.4.9	보조급수계통	10.4-39



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

목 차 (계속)

		<u>페이지</u>
10.4.9.1	설계기준	10.4-39
10.4.9.2	계통 설명	10.4-40
10.4.9.3	안전성 평가	10.4-43
10.4.9.4	시험 및 검사	10.4-44
10.4.9.5	계측설비	10.4-44
10.4.10	약품주입 및 취급계통	10.4-45
10.4.10.1	설계기준	10.4-45
10.4.10.2	계통 설명	10.4-46
10.4.10.3	안전성 평가	10.4-46
10.4.10.4	시험 및 검사	10.4-46
10.4.10.5	계측설비	10.4-47
부록 10A	보조급수계통 신뢰도 분석	

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

제 10 장 - 동력 변환 계통

포 목 차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>	<u>페이지</u>
10.1-1	동력변환계통 성능특성	10.1-4
10.1-2	동력변환계통 설계특성	10.1-10
10.2-1	터빈발전기 설계 자료	10.2-19
10.2-2	터빈발전기 성능 자료	10.2-20
10.3-1	증기발생기 이차계통수에 대한 운전중 화학조건 제한치	10.3-19
10.3-2	급수 및 복수에 대한 운전중 화학조건 제한치	10.3-20
10.4-1	터빈축밀봉계통	10.4-48
10.4-2	터빈건물 설계기준 범람수위	10.4-49
10.4-3	보조급수계통 고장유형 및 영향평가 (초기사고 : 증기발생기에 인접한 급수관의 파단)	10.4-50

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

제 10 장 - 동력 변환 계통

그림 목차

<u>번 호</u>	<u>제 목</u>
10.1-1	증기 및 동력변환계통 배관 및 계장도
10.1-2	보증출력조건시 터빈사이클 열평형도
10.1-3	밸브전개조건시 터빈사이클 열평형도
10.3-1	주증기계통 배관 및 계장도
10.4-1	복수기진공계통 배관 및 계장도
10.4-2	터빈축밀봉계통 배관 및 계장도
10.4-3	순환수계통 배관 및 계장도
10.4-4	복수 및 급수계통 배관 및 계장도
10.4-5	증기발생기 취출계통 배관 및 계장도
10.4-6	보조급수계통 배관 및 계장도
10.4-7	약품주입 및 취급계통 배관 및 계장도

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10 동력변환계통

10.1 개요

10.1.1 일반 사항

동력변환계통은 원자로냉각재에 포함된 열에너지가 2대의 증기발생기를 통하여 전달되고, 증기발생기로 전달된 열에너지는 터빈발전기를 통하여 전력으로 변환되도록 설계된다. 이때, 전력생산에 사용되지 못한 사이클 폐열은 복수기를 통하여 순환수계통으로 전달된다. 한편, 복수는 저압급수가열기에서 가열되며 직접 접촉식 탈기기에서 탈기된다. 그리고 급수는 급수승압 및 급수 펌프에 의해 고압 급수가열기를 거쳐 증기발생기로 공급된다.

급수의 수질 보전을 위해 전유량/부분유량 복수탈염계통이 사용되며, 증기발생기내 수질 성분 유지를 위해서 취출 계통이 연속 운전된다.

그림 10.1-1은 계통 흐름도를 나타내며, 그림 10.1-2는 보증출력 조건에서의 터빈사이클 열평형도를 나타낸다. 발전소의 최대 신뢰 가능한 성능은 시험을 통하여 확인될 것이다. 터빈발전기는 출력 증가에 대해 밸브 전개 조건에 상응하는 용량을 기준하여 설계되어 있으며, 밸브전개 조건에서의 터빈사이클 열평형도는 그림 10.1-3에 나타나 있다.

표 10.1-1과 표 10.1-2는 주요 설계특성 및 성능특성을 나타내고 있다. 안전 관련 기기는 주증기 격리밸브, 주증기 대기방출밸브, 주급수 격리밸브와 주증기 안전밸브를 포함한다. 표 10.1-2는 그 밖의 안전관련 특성의 식별을 나타내고 있다.

10.1-1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.1.2 보호 및 안전 관련 특성

10.1.2.1 외부전원상실 및 터빈 비상정지

터빈제어계통은 발전기 부하상실시 터빈밸브를 급속히 닫는다. 부하감발의 크기에 따라 터빈우회계통은 잉여 증기를 복수기로 방출하고 필요하면 대기로도 방출한다.

운전중인 주급수펌프중 1대가 정지되거나 또는 부하감발 크기가 증기우회 조절계통 및 원자로 조절계통의 용량을 초과하며 원자로 출력이 75 % 이상이 되면, 원자로출력감발계통 (reactor power cutback system)이 동작한다. 터빈제어 및 우회 기기는 비 안전성 관련이다.

복수기가 증기를 받을 수 없는 경우에 대비하여, 주증기 배관에 터빈우회 대기방출 밸브 및 ASME 코드에 따라 설계된 안전밸브 및 주증기 대기방출밸브가 설치되어 있다. 주증기 대기방출 밸브는 주제어실 및 원격 정지반에서 원격 조정되고 증기량을 조절할 수 있다.

터빈제어계통은 발전기의 급격한 전부하 상실시에도 터빈발전기의 속도를 기계식 및 전자식 과속도 정지 설정치 이하로 제어할 수 있다.

10.1.2.2 과압보호

ASME 코드 Sec. III에 따라 안전밸브가 과압보호를 위해 주증기관에 설치되어 있다.

10.1.2.3 급수 상실

보조급수계통은 주급수계통의 급수 공급이 불가할 때, 붕괴열의 제거를 위하여 증기발생기에 급수를 공급한다. 증기발생기 저 수위시 보조급수계통은 증기발생기에 급수를 공

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

급하여야 한다. (10.4.9절 참조)

10.1.2.4 터빈 과속보호

터빈발전기의 속도는 디지털 제어 및 감시계통에 의해 제어된다. 추가로 과속보호를 위해 전자식과 기계식의 계통이 각각 하나씩 있다. 이 2가지 계통은 터빈을 트립시키고, 터빈으로의 증기 공급을 차단하고, 최대 속도를 설계 속도의 120% 이하로 제한한다.

터빈과 몇개의 급수가열기 사이의 추기 배관에는 동력보조 역류방지밸브 (power assisted check valve)가 설치되어 있으며, 이 밸브들은 터빈 비상정지시 터빈의 압력 감소로 인해 증기가 터빈으로 역류하는 것을 방지하기 위하여 작동된다.

10.1.2.5 터빈비산물 보호

터빈비산물 보호에 대하여는 3.5.1.3절에 기술되어 있다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 310
2013. 06. 05

표 10.1-1 (6 중 1)

동력변환계통 성능특성

설계 및 성능특성	수치		
주증기계통 운전압력/온도, psia/°F (kg/cm ² A/°C) (보증출력 조건)	1040/549 (73.1/287.4)	294	310
주증기량, 10 ⁶ lb/hr (kg/hr) (보증출력 조건/밸브전개 조건)	12.72/13.32 (5.77/6.04)		
터빈 교축증기유량, 10 ⁶ lb/hr (kg/hr) (보증출력 조건/밸브 전개조건)	12.14/12.74 (5.51/5.78)		
복수기 압력, in HgA (mmHgA)	1.5 (38.1)		
급수 온도, °F (°C) (보증출력 조건/밸브 전개조건)	450/454.6 (232/235)	294	310
터빈발전기 출력, MWe (보증출력 조건/밸브 전개조건)	1050/1097		
발전기 보증정격출력, MVA	1219		
핵증기 공급계통 (전출력 운전), (최소유량설계기준)		310	
정격출력, MWt	2,825		
증기발생기 출구압력, psia (kg/cm ² A)	1,074 (75.5)	294	310
증기발생기 입구 급수온도, °F (°C)	450 (232)		
증기발생기 출구 증기 습분함량, %	0.25		
호기당 증기발생기 댓수,	2		
증기발생기당 증기 유량, 10 ⁶ lb/hr (kg/hr)	6.37(2.89)	294	310

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-1 (6 중 2)

<u>터빈-발전기</u>	<u>수치</u>
터빈 형식	TC6F-43"
터빈 구성	고압 터빈 1대, 저압 터빈 3대
회전속도, rpm	1,800
<u>습분분리재열기</u>	
재열기 단수	2
습분분리기 단수	1
호기당 습분분리재열기 댓수	2
<u>주북수기</u>	
형식	단일압력, 3셀
호기당 댓수	1
용량, Btu/hr (kcal/hr)	6.268×10^9 (1.5795×10^9)
순환수 유량, gal/min (m^3/hr)	788,484 (178.8×10^3)
순환수 온도 상승*, °F (°C)	16.2 (9.0)

* 순환수 입구온도, 70.5°F (21.4°C)기준임.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-1 (6 중 3)

복수기 진공펌프

수치

형식	회전식 수 밀봉
댓수	4
호기 용량, 펌프당 ft^3/min (m^3/min)	1,600, 10 in. HgA (45.3, 25.4 cm HgA)
전동기 용량, hp	100
회전수, 전동기/펌프, rpm	500/500

중기분사공기추출기

댓수	50% 1단 2대, 100% 2단 1대
구동증기 공급원	주증기
홀딩 용량	75 scfm, 1.0 in. HgA (2.1 m^3/min , 2.54cm HgA)

복수펌프

형식	전동수직 캔형 펌프
정격용량 유량, gpm (m^3/hr) 양정, ft (m)	9,530 (2,164) 1,100 (335.3)
전동기 용량, hp(kW)	3,800 (2,834)
호기당 댓수	3 (1대 는 대기)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-1 (6 중 4)

<u>급수 가열기</u>	<u>수치</u>
고압 급수가열기	
No. 7	
댛수 (호기당)	2
열전달, 10^6 Btu/hr (kcal/hr)	412.91 (104.05) 한대당
No. 6	
댛수 (호기당)	2
열전달, 10^6 Btu/hr (kcal/hr)	363.32 (91.56), 한대당
No. 5	
댛수 (호기당)	2
열전달 10^6 Bty/hr (kcal/hr)	464.29 (117.00), 한대당
저압 급수가열기	
No. 3	
댛수 (호기당)	3
열전달, 10^6 Btu/hr (kcal/hr)	88.62 (22.33), 한대당
No. 2	
댛수 (호기당)	3
열전달, 10^6 Btu/hr (kcal/hr)	158.20 (39.87), 한대당
No. 1	
댛수 (호기당)	3
열전달, 10^6 Btu/hr (kcal/hr)	141.39 (35.63), 한대당



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-1 (6 중 5)

탈기기

형식

저장용량, (정상수위 이하 기준)

급수펌프

펌프형식

터빈 형식

댁수 (호기당)

펌프정격용량,

유량, gpm (m^3/hr)

양정, ft (m)

터빈 용량, hp

전동기 용량, hp

급수승압펌프

형식

정격용량

유량, gpm (m^3/hr)

양정, ft (m)

전동기 용량, hp

댁수 (호기당)

수치

수평, 스프레이 트레이
및 2대 저장탱크

150,000 gal (567,800 L)

수평원심펌프

다단, 응축형

3 (터빈구동: 2대,
전동기 구동: 1)

15,200 (3,452)

2,010 (613)

12,087

14,410

전동구동수평원심펌프

15,200 (3,452)

1,340 (408)

7,650

3

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-1 (6 중 6)

<u>기동 급수펌프 (전동)</u>	<u>수치</u>
형식	수평원심펌프
정격용량	
유량, gpm (m^3/hr)	1,930 (438)
양정, ft (m)	3,000 (914)
전동기 용량, hp	1,957
호기당 댓수	1
<u>증기발생기 취출수 재생열교환기</u>	
열전달, Btu/hr (kcal/hr)	14.78×10^6 (3.72×10^6)
댓수 (호기당)	2
<u>증기발생기 취출수 비재생 열교환기</u>	
열전달, Btu/hr (kcal/hr)	3.41×10^7 (8.59×10^6)
댓수 (호기당)	
<u>증기발생기 고유량 취출수 플래시탱크</u>	
유량, lb/hr (kg/hr)	190,000 (86,182)
배출 증기압력, psia (kg/cm^2)	200 (14)
댓수 (호기당)	1
<u>증기발생기 연속 취출수 플래시탱크</u>	
유량, lb/hr (kg/hr)	20,000 (9,072)
배출 증기압력, psia (kg/cm^2)	215 (15)
댓수 (호기당)	2

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-2 (2 중 1)

동력변환계통 설계특성


<u>항 목</u>	<u>안전성/비안전성</u>	<u>설명</u>
주증기배관	안전성	증기발생기 출구에서 주증기 격리 밸브를 포함한 격리밸브실 앵커까지의 배관 및 밸브는 안전성 관련 계통이고, 그 외는 비 안전성 관련 계통임.
주증기 격리밸브	안전성	
주증기 대기방출밸브	안전성	
주증기 안전밸브	안전성	
증기발생기 취출수계통	안전성	증기발생기에서 증기발생기 취출수 격리밸브를 포함한 격리 밸브실 앵커까지의 배관 및 밸브는 안전성 관련 계통이고 그 외는 비 안전성 관련 계통임.
터 빈	비안전성	
발전기	비안전성	
터빈보호계통	비안전성	
재열증기계통	비안전성	
복수기	비안전성	
터빈우회계통	비안전성	
터빈증기밀봉계통	비안전성	



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.1-2 (2 중 2)


<u>항 목</u>	<u>안전성/비안전성</u>	<u>설명</u>
복수기 진공계통	안전성	격납건물 격리밸브부터 격납건물내의 역류방지 밸브 까지는 안전성이고 그 외는 비안전성임.
순환수계통	비안전성	
복수저장 및 이송계통	안전성	
주급수계통	안전성	중기발생기부터 주급수 격리밸브를 포함한 주중기 격리밸브실 앵커까지 배관 및 밸브는 안전성관련계통이고, 그 외는 비 안전성관련계통임.
주급수 격리밸브	안전성	

	한 국 전 력 공 사
	울진 3, 4 호기 최종안전성분석보고서
증기 및 동력변환계통 배관 및 계장도	
그림 10.1-1	

d27ca30-204811081416

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.



	한 국 수 력 원 자 력 주 식 회 사 울 진 원 전 3, 4 호 기 최종안전성분석보고서
보증출력 조건시 터빈사이클 열평형도	
그림 10.1-2	

d27ce310-204811081416

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.



	한국수력원자력주식회사
	울진원전 3, 4 호기 최종안전성분석보고서
밸브전개 조건시 터빈사이클 열평형도	
그림 10.1-3	

027030-0491081416

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

국민에게 민물을 주는 한수원 / 정보는 경쟁력! 보안은 생명력!



d27ca3
11081416

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 310

2013. 06. 05

10.2 터빈발전기

터빈발전기의 역할은 열에너지를 전기에너지로 바꾸는 것이다.

10.2.1 설계기준

10.2.1.1 안전 설계기준

터빈발전기는 안전기능을 수행하지 않으며 안전 설계기준에 따라 설계되지 않는다.

10.2.1.2 출력운전 설계기준

다음은 주요 설계기준의 목록이다.

ab525e68-86e911081416

터빈발전기는 다음과 같은 조건을 만족하기 위하여 설계된다.

가. 터빈발전기 보증출력, kWe

나. 교축증기유량(throttle flow), lb/hr(kg/hr)

다. 교축증기조건

압 력, psia ($\text{kg}/\text{cm}^2\text{A}$)

온 도, °F (°C)

수분 함량, %

엔 탈 피, Btu/lb (Kcal/kg)

라. 배기 압력, in. HgA(mm)

294 310

294 310

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

마. 재열단의 수

바. 급수가열기 수

이들 조건은 표 10.2-1에 나타난 원자로 정격 보증출력 (100%)과 일치한다.

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

ab525e68-86e911081416

[Redacted text block]

10.2.1.3 코드 및 표준

터빈발전기와 관련 설비는 GE 및 한중의 표준과 사양에 따라 설계되고 제작된다.

계통 기기는 ASME Code Sec. VIII, Pressure Vessels; ASME B31.1, Code for Pressure Piping; TEMA and HEI Standards for Heat Exchangers; NEMA Standards; IEEE Standards; Hydraulic Institute Standards; 및 National Board of Fire Underwriters의 규정에서 요구하는 사항에 맞게 설계된다.

10.2-2

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.2.2 계통설계

한중에서 공급한 터빈발전기는 TC6F-43으로 표시되며, 터빈, 발전기, 습분 분리기-재열기, 여자기계통, 디지털 제어 및 감시계통, 그리고 보조계통으로 구성된다. 터빈발전기의 주요 설계인자는 표10.2-1과 10.2-2에 나타나 있다. 계통 기기에 대해서도 본 장에 상세하게 기술되어 있다.

10.2.2.1 터빈발전기

터빈은 1800 rpm, 직렬배열 6유동, 의 최종단 회전익을 가지는 재열형식이다.

터빈은 1대의 복류 고압터빈, 3대의 복류 저압 터빈 그리고 2개의 재열단을 가지는 2대의 습분 분리기-재열기를 포함하고 있다. 직렬구동 발전기 (direct-driven generator)는 22 kV, 3상, 60 Hz의 1219 MVA 정격의 전도체 냉각 방식이다. 그 외에 터빈발전기 베어링윤활유계통, 고압유압유계통 (high pressure hydraulic fluid system), 디지털 제어 및 감시계통, 터빈증기밀봉계통 (10.4.3에서 설명), 과속방지 장치, 터닝 기어, 발전기 밀봉유계통, 고정자냉각수계통, 그리고 여자기계통이 포함된다.

10.2.2.2 터빈발전기계통 설명

주증기계통에서 생산된 증기는 계통과 터빈을 연결해 주는 주증기관을 지나 각각 4개의 정지 및 제어밸브를 통과한 후 고압터빈으로 유입된다. 정지 및 제어밸브는 서로 직렬 및 병렬로 연결된 일체형의 구조를 가지는데 이 부분은 주증기 배관과 연결되어 있어 주증기 배관의 열팽창에 의한 응력을 많이 받는 부분이므로, 이를 줄이기 위해 수평방향으로의 움직임이 용이한 강봉 및 스프링지지대로 구성된 철 구조물에 의해 지지된다. 주증기 중의 일부는 고압터빈으로 유입되지 않고 고압 터빈을 통과한 증기를 재열하여 저압 터빈으로 보내주기 위하여 설치된 재열기 제 2단으로 보내진다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

10.2.2.3 기본 제어 기능

터빈 제어 계통은 다음의 기본적인 터빈 제어 기능을 제공키 위한 회로들과 관련 설비들

10.2-4

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

로 이루어져 있다.

1. 전속도 범위에 걸쳐서 정해진 몇 단계의 속도 및 가속도 설정치에 따라 터빈의 속도와 가속도를 자동 제어한다.
2. 자동 제어 계통은 영출력에서 전 출력까지 출력 및 출력 증발율을 연속적으로 자동 제어한다.
3. 자동 제어로 운전되고 있는 터빈발전기에서 자동 제어 조건이 만족되지 않을 경우나 운전원이 필요한 경우 반 자동으로 속도 및 출력을 제어하여 터빈발전기를 연속 운전 할 수 있다.
4. 요구출력 및 주증기 압력과 같은 운전변수들의 기설정된 제한치의 응답에 대한 출력 제한 또는 출력 생산 능력에 영향을 미치는 발전소 구성요소의 상태 변화와 같은 사전 설정된 제한치에 의한 출력의 제한
5. 위험 또는 비정상 운전 상태를 감지하고 그 상태를 경보하며 그 상태에 대한 응답으로 적정 운전 개시
6. 전원 공급 장치와 다중의 제어 회로를 갖춘 터빈 제어 시스템의 감시
7. 밸브 및 제어계통 시험

10.2.2.3.1 디지털 제어 및 감시계통

터빈발전기는 터빈을 통과하는 증기 유량을 제어하기 위해 디지털 전자제어 방식과 고압 유체 방식을 결합한 디지털 제어 및 감시계통을 갖추고 있다. 제어계통은 속도제어, 부

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

하제어 및 유량제어의 세가지 주요 제어기능을 가지고 있다.

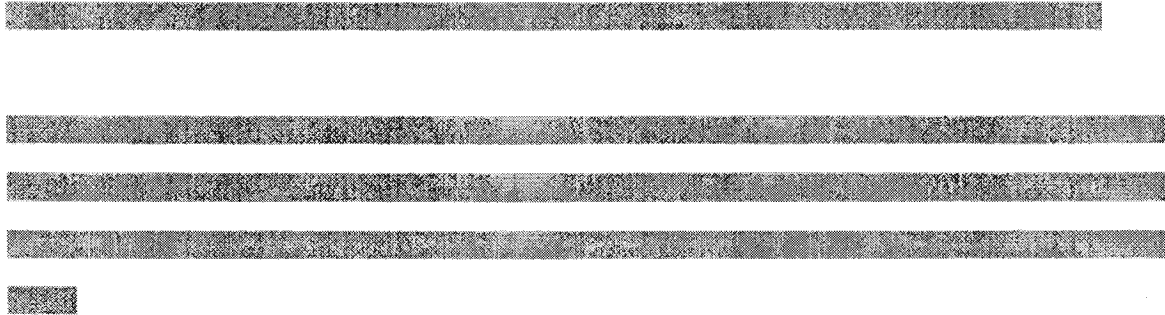
디지털제어계통은 3중화된 다중-주제어기, 감지기, 서어보 밸브 코일 (servo valve coil) 과 선형 위치변환기 (linear position transducer)를 채택하고 있다.

10.2.2.3.1.1 속도 제어 기능

속도 제어 기능은 터빈 트립 시스템과 전적으로 연계되어 있고, 터닝 기어 (turning gear) 속도에서 부터 과속 보호 장치를 시험하기에 충분한 과속도까지 전속도 범위에 걸쳐서 정확하게 속도를 제어한다.

다중 궤환 속도 신호는 터빈의 톱니 모양의 휠 주위에 부착된 다중 속도 감지기로 부터 입력된다. 각 속도감지기 신호들은 각각 3중화된 조속기 제어 채널에 입력되며, 톱니 모양의 휠과 속도 감지기들은 터빈의 프론트 스탠다드에 위치한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서



10.2.2.3.1.2 부하 제어 기능

부하 제어 기능의 목적은 다른 제어 기능으로 부터 기본값을 받아 들이고, 이를 부하제어 기능내의 기본값과 합산하여 유량제어를 위한 유량 기본값을 계산하기 위한 것이다. 부하 제어 기능은 다음의 기능들을 갖추고 있다.

1. 발전소 출력에 영향을 미치는 변수에 비례한 신호를 검출 및 발생하는 감지 기능이 제공된다.
2. 감지 회로나 속도 제어 기능 또는 발전소 구성 요소의 상태를 검출하는 장치로부터 나오는 신호에 따라 유량 기본 신호를 제한하기 위한 제한 기능이 제공된다.
3. 요구부하 신호, 제한신호 그리고 속도 편차신호등을 고려하여 밸브에 공급되는 유량 기본 신호를 계산하는 기능이 제공된다.
4. 운전 모드를 변경하기전 허용 신호가 만족되었는지 점검하고 출력 제어와 다른 제어계통간의 상태정보 교환 및 주변장치로 접점 신호를 제공하는 논리기능이 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

10.2.2.3.1.3 유량제어 기능



고압터빈으로 유입되는 주증기의 유량은 4개의 정지밸브와 4개의 제어밸브에 의해 조절된다. 각 정지밸브는 완전히 열리거나 완전히 닫히도록 전자 유압구동기에 의해 조절된다. 정지밸브의 기능은 필요시 터빈으로 가는 증기 유량을 차단하는 것이다.

1

10.2.2.3.1.4 출력/부하 불평형 (Power/Load Unbalance)

회전자의 급가속과 이에따른 과속도를 유발할 수 있는 부하상실 상태에서 조절밸브와 인터셉트 밸브들을 신속히 닫는 역할을 하는 비율감지형 (Rate-Sensitive) 출력/부하 불평형 기능이 제공된다.

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

ab525e68-86e911081416

[REDACTED]

1

가상적 부하 상실 동안 출력/부하 불평형 기능 시험을 할 수 있다. 이 시험은 터빈 출력에 영향없이 부하 운전상태에서 행해진다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

전류 신호 (2/3) 상실이나 재열증기신호 (2/3) 상실은 출력/부하 불평형 기능을 취소하고 경보를 발생한다. 이때, 터빈출력은 부하 상실시 과속도를 발생시키지 않을 위치로 감소시켜야 한다.

10.2.2.4 터빈보호트립

터빈보호트립은 전자제어계통과는 분리되어 있으며, 트립이 발생되면 터빈의 모든 정지 및 제어밸브들이 트립된다. 보호트립은 다음과 같다:

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

ab525e68-86e911081416

10.2.2.4.1 비상 과속 트립

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.2.2.4.2 순차적 트립 방식

터빈 과속방지를 위하여, 순차적 트립계통은 고압터빈과 저압터빈으로 유입되는 모든 증기를 차단하는 것이며, 발전기차단기의 개방전에 발전기에 부하가 없음을 확인하는 것이다. 순차적 트립계통은 하나의 트립신호가 발생되면 순차적으로 정지하도록 하며, 터빈 밸브가 닫히기전 발전기차단기 개방으로 인한 급속한 속도 증가를 방지한다. 모든 터빈 보호트립은 순차적 트립 논리회로 (제어실로부터의 수동트립을 포함) 또는 터빈 프론트 스탠다드의 트립 손잡이에 의해 이루어진다. 발전기에 심각한 손상을 줄 수 있는 몇가지 전기적 장애에서는 순차적 트립 방식이 허용되지 않으며, 이런 경우 발전기와 터빈은 동시에 트립된다.

ab525e68-86e911081416

비상시에 운전원이 터빈트립 버튼을 사용하는 대신에 제어실 스위치로 발전기차단기를 여는 것이 가능하지만, 전 부하 또는 그 근처에서의 이런 행위는 증기발생기내의 불안정한 증기조건과 복합되어 심각한 터빈손상과 과도한 과속을 야기시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해 운전원은 발전기트립을 위한 허용조건 (permissive)으로 주 차단기 스위치를 작동하기 전에 차단기 우회스위치를 "trip"에 두는 것이 요구된다. 주정지밸브, 제어밸브, 중간정지밸브, 그리고 인터셉트밸브의 리미트 스위치가 순차적 트립회로 구성에 사용된다. 역전력 계전기는 발전기에서 무부하 조건 때의 역전류 흐름을 검출하기 위하여 사용된다.

10.2.2.4.3 증기밸브 폐쇄

모든 증기밸브는 주정지밸브와 제어밸브, 또는 중간정지밸브와 인터셉트밸브와 같이 직렬 쌍으로 배열되어 있다. 고압터빈을 위한 4쌍의 밸브가 있고, 각 저압터빈을 위한 2



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

쌍의 밸브가 있어 총 10쌍의 증기유입밸브가 있다. 각 주정지밸브, 제어밸브, 중간정지밸브, 그리고 인터셉트밸브 (총 20개)는 2개의 과속트립계통 양쪽에 의해 구동된다. 고압터빈의 4개 제어밸브와 각 저압터빈의 1개의 인터셉트밸브는 또한 조속계통에 의해 조절된다. 한쌍의 밸브중 어느 하나의 밸브를 차단하면 증기발생기로부터의 증기 흐름을 정지시키므로 어느 하나의 밸브가 고장나더라도 터빈과속트립 기능을 방해하지 않는다.

10.2.2.4.4 24 V 및 125 V 직류트립계통

전자식 과속트립은 24 V 직류트립 논리회로계통을 동작시킨다. 이 계통은 전자식 과속트립을 포함하고 있는 터빈 바이탈트립 (turbine vital trip)에 사용된다.

125 V 직류트립계통은 주속도 신호의 상실과 같은 몇몇의 터빈보호트립 및 사용자 트립에도 사용된다. 심층적 보호방식으로 '교차트립 (cross trip)' 논리 회로가 내장되어 있어, 24 V 직류논리회로안에서 발생하는 모든 트립이 125 V 직류계통의 트립을 발생시키고, 반대로 125 V 직류논리회로에서 발생하는 모든 트립은 24 V 직류계통에서의 트립을 발생시킨다. 이들 두 전압 레벨로부터 도출되는 트립신호는 각각의 분리, 독립된 솔레노이드밸브를 여자시킴으로써 모든 터빈증기 유입밸브 구동기의 고압 유체를 배출시킨다.

10.2.2.5 기타 보호계통

앞에서 설명된 장치 이외에, 터빈 및 증기계통의 기타 보호장치는 다음과 같다.

가. 정지 및 제어밸브 또는 복합 중간밸브의 고장 사고발생시 고압터빈의 과압방지를 위해 습분분리재열기에 설치된 안전밸브

나. 최종단의 두 저압가열기를 제외하고는, 터빈트립시 증기추기의 역류로 터빈과속을 방지하기 위한 역류방지밸브를 각 증기추기 배관에 장착

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

다. 복수기 진공상실시 저압터빈의 과압방지를위한 배기 케이싱 파열 격막 (exhaust casing rupture diaphragm)

10.2.2.6 발전소부하 및 부하추종

터빈발전기는 기저부하에서 운전된다. 그러나 핵증기공급계통의 과도 부하추종 능력과 일치하거나 초과하도록 터빈발전기를 설계한다. 터빈제어계통은 10.2.2.4절에서 기술된 바와 같이 미리 설정된 조건에서 터빈을 트립시킴으로써 터빈을 보호하도록 설계되었다. 터빈은 원자로트립시에 트립되며, 원자로보호계통은 터빈제어계통에 2개의 분리된 신호를 보낸다.

10.2.2.7 검사 및 시험

계통의 주요 기기는 검사를 위한 접근이 가능하며, 발전소 정상운전시에도 시험이 가능하다. 각각의 터빈발전기의 제어 및 보호장치는 정기적으로 일정 계획에 따라 시험된다. 기동 전에 여러가지의 터빈트립이 순서적으로 시험된다.

여러가지 계통기기의 시험 및 검사를 위한 일정 계획은 13.5절에 기술된 발전소 운전 절차의 한 부분으로 명시되어 있다.

10.2.3 터빈디스크 건전성

10.2.3.1 재료의 선택

운전 환경에 대해 초기 및 장기간의 파괴인성을 갖도록 기타 불순물의 축적을 가급적 줄

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

인다.

FATT와 샤르피 V-notch 에너지의 실제 준위는 부품의 크기와 부품 내의 위치 등에 따라 변하기 때문에, 터빈에 사용되는 특정 단조품 사용 평가시 이러한 변화가 고려되어진다. ASTM A-370에 따르는 샤르피 시험이 기본적으로 포함된다.

10.2.3.2 파괴인성

적합한 재료 인성은 앞에서 설명한 재료의 사용으로 획득되며, 운전기간 동안 높은 신뢰성, 이용율 및 효율을 동시에 만족하고 안전성 보장을 위하여 적절한 재료 강도와 인성 간의 균형을 이룬다.

ab525e65-86e911081416

10.2.3.3 고온 특성

경수로 터빈의 고압회전자의 최대 운전온도는 크립파손 범위 이하이므로 크립파손은 터빈의 수명기간동안 회전자의 건전성을 확인할 때 주요 인자로 간주되지 않는다. 기본

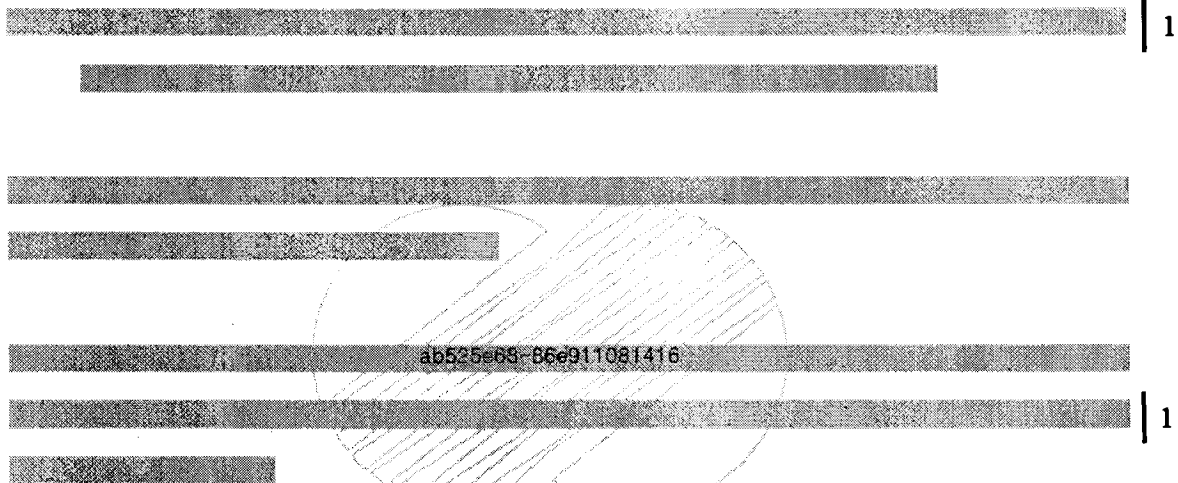
울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

자료는 실험실의 크립파손 시험으로부터 얻을 수 있다.

10.2.3.4 터빈디스크 설계

터빈집합체는 정상운전 조건과 과속트립을 유발하는 과도현상에 구조적 건전성의 손상없이 견디도록 설계된다. 터빈집합체의 설계는 다음의 설계기준을 만족한다.



10.2.3.5 가동전 검사

가동전 검사계획은 다음과 같다.

가. 회전자 및 휠 단조품은 열처리 전에 최소의 가공 여유를 남기고 황삭된다.

나. 각 회전자 및 휠 단조품은 100% 체적 (초음파) 검사를 받는다. 최종 가공된 각각의 회전자 및 휠은 표면 자분탐상 및 육안검사를 받는다. 그 검사 결과는 GE사의 판정기준을 사용하여 평가된다. 이들 기준은 ASME 코드 Sec. III과 V, Class 1의 부품에 대한 기준보다 더욱 엄격한 것이다. 그리고 내재된 초음파

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

결합지시가 설비의 운전 수명 동안 설비의 건전성에 영향을 미치는 크기로 성장하지 않음을 보증하기 위한 평가 또는 제어 기준을 포함하고 있다.

다. 최종 가공 정삭된 표면은 육안 및 자분탐상 검사를 받는다. 보아 (bore), 구멍, 키홈, 그리고 그 외 높은 응력 집중이 큰 부위에서는 자분탐상에 의한 결함이 없어야 한다.

라. 각각의 회전익이 완전히 조립된 터빈 로타집합체는 전출력 부하상실시 예상되는 최대 속도 또는 그 이상에서 스핀 (spin) 시험을 한다.

10.2.3.6 가동중 검사

터빈집합체와 밸브에 대한 가동중 검사계획은 다음의 사항을 포함한다.

가. 터빈의 해체는 예정된 발전소 정지기간 동안 수행되며, 조립된 상태에서는 접근할 수 없었던 부품 (예를 들어, 커플링, 커플링 볼트, 터빈축, 저압터빈 회전익, 저압 휠 그리고 고압회전자 등)의 검사가 수행된다. 이 검사는 육안, 표면, 그리고 체적 (초음파) 검사로 구성된다.

나. 정기 정비시 최소한 1개의 주증기 정지밸브, 제어밸브, 중간정지밸브, 인터셉트 밸브가 해체되어 밸브 시트 및 스템에 대해 육안 및 표면 검사를 한다. 검사 결과 수용할 수 없는 결함 또는 부식이 발견되면 같은 종류의 나머지 밸브들도 검사한다. 밸브 부상에 대한 검사 및 청소가 실시하며 보아와 스템의 간극 (clearance) 점검을 실시한다.

다. 주기역류방지밸브 동작시험은 수동공기시험밸브 (hand air test valve)를 사용하여 월 1회 실시되며, 시험 수행중 역류방지밸브 축과 회전추 (counter weight) 의 동작개도를 기록한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.2.4 평가

10.2.4.1 출력 생산

터빈발전기는 보통의 다른 원자력발전소에서도 광범위하게 사용되었던 형식이다. 계측기, 제어기 그리고 보호장치는 신뢰적이고 안전한 운전을 보증한다. 다중의, 신속히 구동되는 제어기는 과속 및 전출력 부하상실시 야기되는 손상을 방지하기 위하여 설치된다. 제어계통은 원자로트립에 따른 터빈트립을 보장한다. 자동 배기후드 물분사는 후드의 과도한 온도 상승을 방지한다. 배기 케이싱 파열 격막은 복수기 진공상실사고시 저압터빈의 과압을 막는다.

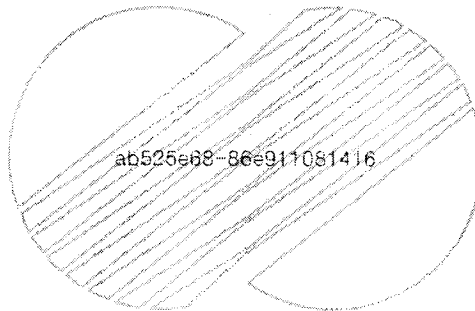
증기발생기에서 생산되는 증기는 일반적으로 방사능이 아니기 때문에 터빈발전기와 보조 기기에 대한 방사선 차폐는 없다. 따라서 정상운전시 계통 기기에 대한 접근에 방사학적 영향은 고려 하지 않는다. 1차 계통에서 2차 계통으로의 누설에 대한 방사학적 관점은 11장 및 12장에서 논의된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.2-1

터빈발전기 설계 자료

공급자	
터빈 형식	
최종단 회전익 길이, in. (cm)	
복수기 배압 설계치 (3개 셀의 평균치), in. HGA (mm)	
재열기 단수	
급수 가열기 단수	
회전 속도, rpm	
발전기 보증 출력, MVA	
발전기 전압, kV	
역률	
단락비	



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 310

2013. 06. 05

표 10.2-2

터빈발전기 성능 자료

설계 인자

보증부하시

밸브의 완전 개방시

핵중기 열출력, MWt

[REDACTED]

[REDACTED]

증기발생기 출구압력, psia (kg/cm²A)

[REDACTED]

[REDACTED]

교축 증기 압력, psia (kg/cm²A)

[REDACTED]

[REDACTED]

교축 증기 온도, °F(°C)

[REDACTED]

[REDACTED]

주증기 유량, 10⁶ lb/hr (kg/hr)

[REDACTED]

[REDACTED]

전기적 보증 출력, MWe

[REDACTED]

[REDACTED]

294 310

ab525e68-86e911081416

* 터빈발전기 설계 목적만을 위한 것임

** 여자 및 기타 터빈발전기 보조계통에서의 사용 동력을 제외한 전기적 출력

10.2-20



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.3 주증기계통

주증기계통의 기능은 증기발생기에서 생성된 증기를 발전을 위해 터빈발전기계통과 보조 계통으로 전달하는 것이다.

10.3.1 설계기준

10.3.1.1 안전 설계기준

증기발생기 출구에서 주증기격리밸브실 관통 앵커를 포함하는 주증기계통 부분은 안전성 관련이며 다음의 요건을 만족하도록 설계되었다.

- 가. 주증기계통의 안전성 관련 부분은 지진, 태풍, 홍수 및 외부 비산물과 같은 자연 현상의 영향에서 보호된다.
- 나. 주증기계통의 안전성 관련 부분은 안전정지기간 동안 및 그 후에도 기능을 유지하도록 설계되어 있고, 화재, 내부 비산물 또는 배관 파단의 가상 위험 발생 후에도 소기의 기능을 수행하도록 설계되어야 한다.
- 다. 소외전원상실과 동시에 단일 능동기기 고장이 가정된 상황하에도 계통 안전성 기능이 수행될 수 있어야 한다.
- 라. 주증기계통은 능동 기기들이 발전소 운전기간에도 시험될 수 있도록 설계되어야 한다. ASME 코드 Sec. XI에 규정되어 있는 바와 같이 적절한 시간에 기기의 가동중 검사가 가능하도록 설비가 갖추어져야 한다.
- 마. 주증기계통은 규제지침서 1.26의 품질등급 분류와 규제지침서 1.29의 내진범주와 일치하는 설계 및 제작 규격을 사용한다. 동력 및 제어기능은 규제지침서 1.32에 따른다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

- 바. 주증기계통은 증기발생기의 2차측을 격리시켜 누설 또는 오동작에 대처하고 계통의 비안전성 관련 부분을 격리하는 기능을 제공하여야 한다.
- 사. 주증기계통은 발전소의 비정상조건후 발전소 냉각의 초기단계 동안에 원자로 냉각재 계통에서 생산된 열을 제거할 수 있는 수단을 제공하여야 한다.
- 아. 주증기배관 파단시 유량을 제한하기 위하여 유량제한기가 증기발생기 증기 출구노즐에 설치되어야 한다.
- 자. 주증기계통은 각 증기발생기의 2개 증기배관중 1개 배관에서 보조급수펌프터빈으로 증기를 공급하여야 한다.

10.3.1.2 출력운전 설계기준

주증기계통은 예열에서 정격 상태까지 변하는 유량과 압력 범위내에서 증기발생기에서 터빈발전기까지 증기를 전달하도록 설계되어 있어야 한다.

이 계통은 발전소 단계별 부하감발 및 발전소기동 동안 열을 제거하는 수단을 제공하여야 한다. 또한 다음 기기에 증기를 공급하여야 한다.

- 가. 터빈발전기계통 습분분리재열기의 2단 재열기
- 나. 주급수펌프 터빈
- 다. 보조급수펌프 터빈
- 라. 증기식 공기추출기

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 310
2013. 06. 05

마. 터빈축밀봉계통

바. 터빈우회계통

사. 보조증기계통

아. 공정시료채취계통

10.3.2 계통 설명

10.3.2.1 개요

주증기계통은 그림 10.3-1에 나타나 있다. 이 계통은 증기를 증기발생기에서 터빈발전기 계통으로 보낸다. 이 계통은 주증기배관, 주증기 대기방출밸브, 주증기 안전밸브, 주증기 격리밸브 및 터빈 우회밸브들로 구성되어 있다. 터빈우회계통은 10.4.4절에 상세히 기술되어 있다.

10.3.2.2 기기 설명

10.3.2.2.1 주증기배관

주증기배관은 총 정격부하 증기유량 12.72×10^6 lb/hr (5.77×10^6 kg/hr)를 2대의 증기 발생기 2차측으로부터 고압터빈으로 이송한다. 증기발생기에 연결된 각 주증기배관은 격납건물 벽에 고정되어 있고 열팽창을 고려하여 격납건물 안팎에서 충분한 유연성을 갖는다. 주증기배관의 증기발생기 취부 설계는 증기발생기의 운전중이나 정지시 노즐의 허용 부하모멘트와 응력을 고려하여 설계된다. 모든 배관 및 지지대의 설계는 정상운전, 과도현상 또는 배관 파단에 의한 모든 정적, 동적부하, 응력 및 모멘트를 고려하여 설계된다. 내진범주 I 배관 및 지지대의 설계는 3.9.3절에서 언급된 부하가 고려된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

각 주증기배관은 4개의 스프링작동 안전밸브, 1개의 주증기 대기방출밸브와 1개의 주증기 격리밸브를 포함한다. 이 밸브들은 모두 격납건물 밖에 위치하며 가능한 격납건물 벽에 가까이 설치된다. 격납건물 관통부는 6.2.4절에 기술되어 있다.

터빈우회 분기관 연결부는 10.4.4에 기술한 대로 주증기 격리밸브와 터빈발전기 정지밸브 사이의 주증기 모관에 위치한다. 증기발생기의 질소 가압을 위한 연결부가 제공된다. 또한 시료채취 연결부가 증기건도 결정을 위해 증기발생기 노즐의 하류에 제공된다. 주증기 지관은 습분분리 재열기, 터빈증기밀봉계통, 주급수펌프 터빈, 보조급수펌프 터빈 및 터빈우회계통에 증기를 공급한다.

각 주증기배관의 낮은 부분에 배수배관이 연결되어 있으며 적절한 배수를 돕기 위해 경사져 있다. 드립포트와 수위 제어설비가 주증기배관 낮은 부분에서 연속적인 배수를 위해 배수배관에 설치되어 있다. 터빈우회분기관의 주증기배관 낮은 부분에 연속적인 배수를 위해 오리피스가 설치되어 있다.

증기발생기 출구에서 주증기격리밸브실 관통앵커까지의 주증기배관은 ASME 코드 Sec. III Class 2와 XI에 따라 검사 및 시험된다. 나머지 배관은 ASME B31.1의 136 및 137장에 따라 검사 및 시험된다.

10.3.2.2.2 주증기격리밸브

각 주증기 배관에는 1개의 급속작동 주증기격리밸브가 설치되어 있다. 각 밸브는 파단된 주증기배관의 최대 증기유량에 대응하여 5초 이내의 작동시간을 가지며 주증기 격리밸브 상하류에 있는 주증기배관 또는 관련기기 파단 사고시 자동적으로 작동한다. 주증기 격리밸브는 단일 능동기기 사고를 가정하여 1대 이상의 증기발생기에서 취출을 방지한다. 밸브는 전원상실시 닫히도록 설계되어 있다. 주증기 격리신호에 응하여 일단 격리가 시작되면 밸브는 닫힌다. 밸브는 주증기 격리신호 무효화에 의해 발전소 조건 및 발전소 운전절차에 따라 주제어실에서 운전원이 수동으로 열 수 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

각 밸브는 밸브 폐쇄의 다중 수단을 제공하기 위해 공간적으로 분리되고 전기적으로 독립된 다중 유압회로를 가지며 이것은 안전성 관련 기능이다.

주증기격리밸브는 격납건물 외부에 있는 직관에 설치된다. 최대 응력기준이 3.9.3절에 규정되어진 기준을 초과하지 않는다.

주증기배관의 기계적 파단은 격납건물 관통부와 주증기격리밸브 사이 또는 주증기격리밸브와 주증기격리밸브 하류의 배관파단 구속물로 작동하는 첫 앵커 사이에서 발생하는 것은 가상되지 않는다. 그러나 주증기격리밸브실 구조물 및 그 구조물 내의 안전성 관련 기기는 최소 1 ft²의 단면적을 갖는 주증기관관의 축방향 가상 파단에 의해 발생하는 온도 및 압력 영향을 견디도록 설계된다.

주증기격리밸브실 관통 앵커 하류의 주증기관 파단으로 발생하는 굽힘 모멘트는 앵커에 흡수되고 주증기 격리밸브 노즐에는 굽힘모멘트가 전달되지 않는다. 그와 같은 파단으로 인한 정상상태의 배출 추력이 노즐 굽힘이나 비틀림을 유발시키지는 않는다. 축추력은 관통앵커에 의해 지지되고 평형이 유지된다. 격납건물 내부에서 가상되는 주증기관 파단으로 인한 굽힘 및 축방향 부하는 격납건물 관통부에 의해 흡수되며 격납건물 관통부는 배관 파단 모멘트 및 축추력에 견디도록 설계된다.

주증기격리밸브는 주증기계통에서 가상되는 배관 파단으로 발생하는 부하로부터 보호되고 완전한 운전성을 갖도록 설계된다.

주증기격리밸브는 ASME 코드 Sec. III의 요건에 따라 설계, 제작, 검사, 시험 및 인증된다.

주증기격리밸브는 3.9.3.2절에서 기술된 바와 같이 운전성을 위해 검증된다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.3.2.2.3 유량제한기

주증기 유량제한기는 증기발생기 증기 출구 노즐의 일부분이다. 주증기관 유량제한기에 대한 설명은 5.4.4절에 기술되어 있다.

10.3.2.2.4 주증기안전밸브

각 주증기관에 주증기격리밸브 상류이며 격납건물 외부에 위치한 4개의 ASME 코드 Sec. III 스프링 작동 안전밸브가 제공된다. 이 밸브들의 전체 방출용량은 주증기관에 동일하게 나누어져 있고 발전소 최대 증기유량과 동일한 증기유량을 통과시키기에 충분하다.

안전밸브 압력 축적은 3%를 초과하지 않고 방출시 최대 압력은 ASME 코드 Sec. III의 NC-7000에 따라 증기발생기 설계압력위로 최대허용치의 10% 아래이다. 주증기관의 설계 압력-온도는 증기발생기 이차측 설계조건과 일치시키기 위해 1270 psia (89.3 kg/cm²A) 및 575°F (302°C) 이다.

10.3.2.2.5 주증기 대기방출밸브

주증기 격리밸브가 닫혀 있거나 주복수기가 방열부로서 이용 불가능할 때 증기발생기를 냉각시키기 위해 주증기관마다 대기방출밸브가 하나씩 제공된다. 각 대기방출밸브는 노심붕괴열을 제거하여 고온대기 운전상태에서 발전소를 유지하거나 인가된 원자로 냉각률을 유지하기 위해 충분한 양의 증기를 방출할 수 있도록 크기가 정해진다.

주증기 대기방출밸브는 주제어실 또는 원격정지반에서 수동으로 조절이 가능하다. 또한 수동구동기가 현장에 제공된다. 대기방출밸브는 주증기안전밸브에 의해 증기발생기가 보호되므로 과압방지를 위한 운전이 요구되지 않는다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.3.2.2.6 터빈 우회밸브

총 8개의 터빈 우회밸브는 외부전기 부하상실 그리고/또는 터빈 발전기 정지후 정격 주증기 유량의 55%를 방출할 수 있는 용량을 갖고 있다. 이중에서 정격 주증기유량의 40%는 복수기로 우회되고 15%는 대기로 방출된다.

이 용량은 원자로출력급감발계통과 연계되어 원자로 정지, 원자로냉각재계통 그리고/또는 주증기 안전밸브의 열림이 없이 발전기 단계부하 감발을 허용해서 발전소 소내 부하로 떨어뜨리는 능력을 제공한다. 터빈우회계통은 10.4.4절에 기술되어 있다.

10.3.2.3 계통 운전

발전소 기동시 진공펌프가 복수기 진공을 형성하는 데 사용된다. 복수기진공계통은 10.4.2절에 기술되어 있다.

주증기 모관으로부터 주증기가 주급수펌프 터bin으로 공급된다. 발전소가 대략 40%이상의 부하에서 운전될 때 주급수펌프 터bin용 증기는 습분 분리재열기 출구에서 공급된다. 주급수계통은 10.4.7절에 기술되어 있다.

저출력 운전시 주증기계통은 주증기 모관을 거쳐 터bin축밀봉계통으로 밀봉증기를 공급한다. 이것이 터bin축밀봉계통을 통해 복수기로 유입되는 공기를 차단한다. 터bin축밀봉계통은 10.4.3절에 기술되어 있다.

주증기는 습분 분리재열기의 2단 재열기로 공급되고 추기증기가 출력운전 동안 발전소 효율을 증진시키기 위해 1단 재열기로 공급된다. 재열기는 10.2절에 기술되어 있다.

터bin우회계통은 10.4.4절에 기술되어 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

대량 부하감발 동안 (또는 위에서 언급한 대로 외부전원 상실시)에 주증기계통, 안전밸브, 대기방출밸브와 터빈우회계통의 연계 운전이 정상 그리고/또는 비정상 정지운전 동안에 붕괴열제거를 위해 수행될 수 있다.

주증기계통으로의 방사능 누설은 복수기 공기제거 배기관에 위치한 방사능 감시기 및 증기 발생기 취출 방사능 감시기에 의해 검출된다. 주요 이차계통 배관 파단으로 인한 방사능 영향은 15.1.5절에 기술되어 있다.

10.3.3 안전성 평가

가. 주증기계통의 안전 관련 부분은 격납건물 및 보조 건물에 위치해 있다. 이 건물들은 지진, 태풍, 홍수, 외부 비산물 및 3장에서 기술한 기타 자연 현상의 영향을 견딜 수 있도록 설계되었다.

나. 주증기계통의 안전 관련 부분은 안전 정지 기간 동안 및 그 후에도 기능을 유지할 수 있도록 설계되었다. 3.7절 및 3.9절은 고려해야 하는 설계 부하 조건을 제공한다. 3.5절 및 3.6절은 7.4절에 기술된 바에 따라 안전 정지가 유지되고 도달될 수 있는 것을 보증하기 위한 위험 분석을 제공한다.

다. 단일고장이 계통의 안전 기능을 상실시키지는 않는다. 모든 필수 전원은 8장에서 기술한 바에 따라 내부 혹은 외부 전원계통에 의해 공급될 수 있다.

라. 주증기계통은 14장에 기술된 절차대로 초기에 시험된다. 주기적인 가동중 기능 시험은 10.3.4절에 따라 수행된다.

6.6절에 주증기계통에 관련되는 ASME Section XI 가동중 검사요건이 기술되어 있다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

마. 3.2절은 이 계통과 보조계통의 안전 관련 부분에 해당되는 그룹 분류 및 내진 범주를 기술한다. 주증기계통의 안전 관련 기능에 필요한 모든 전원 공급 및 제어는 7장 및 8장에서 기술하는 바와 같이 1E급 이다.

바. 다중 전원 공급 및 전원 계열은 본 계통의 안전과 비 안전 부분을 격리시키기 위해 주증기격리밸브를 작동시킨다. 주증기격리밸브의 상류 지선에는 증기관 압력을 개폐로 조절하는 정상시 폐쇄되어있는 대기방출밸브가 설치되어 있다. 전기, 유압 또는 제어 신호 상실시 주증기대기방출밸브는 닫혀지고 주증기안전밸브가 과압 보호 기능을 수행한다.

주증기계통으로부터의 방사능 사고 누출량은 정상 운전시에 계통 내의 방사능 양이 무시할 정도이기 때문에 미미하다. 추가적으로 15장에 기술된 바와 같이 주증기 격리계통은 증기발생기 전열관 파열후에 사고 누출을 감소시키기 위한 제어기능을 제공한다. 계통의 내외부로의 방사능 누설 감지는 공정 방사능 감시 (11.5절에 기술)와 증기 발생기 취출 시료 채취 (9.3.2절 및 10.4.8절에 기술)에 의해 수행된다.

사. 각 주증기관에는 주증기관 압력 감소를 허용하고 발전소 비 정상조건후 계획된 냉각을 위해 저장된 에너지를 방출하는 1개의 주증기대기방출밸브가 설치되어 있다

주증기 대기방출 밸브는 전자 유압 앵글 밸브이다. 원격밸브조작 능력이 주 제어실 및 원격정지 제어실에 제공된다.

아. 각 증기발생기 증기 출구 노즐에는 후단관 파열시 증기 유량을 제한하기 위한 유량제한기가 설치되어 있다. 유량제한기의 설명은 5.4.4절에 기술되어 있다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

REV.No : 57

2002. 12. 24

자. 주증기계통은 3.6절에 주어진 요건에 따라 증기과도현상 (Steam Hammer Transient)의 발생을 방지하고 영향을 최소화하도록 설계되어 있다.

10.3.4 시험 및 검사

10.3.4.1 가동전 밸브 시험

주증기격리밸브는 유압 구동장치로 개폐 기능을 시험하기 위해 핵연료 재장전시 성능 운전 시험을 한다. 또한 주증기격리밸브는 최초 기동전에 닫힘 시간이 검사된다.

10.3.4.2 가동전 계통 시험

가동전 시험은 14장에 기술되어 있다.

주증기계통은 계통이 운전되는 모든 운전절차 상태, 원자로 정지 및 주증기관 파단사고 동안 시험을 할 수 있는 능력이 포함되도록 설계된다. 이것은 보호계통 부분의 운전 및 정상 전원의 대기 전원으로의 전환을 포함한다.

본 계통의 안전 관련 기기 (밸브 및 배관)들은 가동전 및 가동중 검사를 수용할 수 있는 범위까지 허용하도록 설계되고 설치된다.

10.3.4.3 가동중 시험

모든 계통 기기들의 성능, 구조 및 기밀 건전성은 연속적인 운전으로 보여진다.

주증기격리밸브의 닫힘 시간과 구동기계통의 작동성은 가동중 시험계획서에 명시된 주기
에 따라 원자로 저온 정지시마다 완전 닫힘 시험을 통해 점검된다.

57

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

REV.No : 57

2002. 12. 24

57

ASME 코드 Sec. III, Class 2 기기의 가동중 시험에 대한 추가 사항은 6.6절에 기술되어 있다.

10.3.5 2차계통 수질화학조건

10.3.5.1 화학조건 조절 기준

증기발생기 이차측 수질화학조건은 다음과 같은 방법으로 조절한다.

- 가. 증기발생기내로 유입될 수 있는 불순물의 양을 제한하기 위하여 급수 수질을 정밀 조절
- 나. 증기발생기의 불순물 농축 효과를 완화하기 위하여 증기발생기 이차측 물을 연속 취출
- 다. 계통의 부식을 최소화하는 환경을 조성하고, 유지하기 위하여 화학제 첨가
- 라. 급수계통의 가동전 세척
- 마. 급수가 증기발생기로 주입되기 전에 급수의 산소 함유량을 최소화

이차계통 수질화학조건은 무고형물처리법에 기호를 두고 있으며, 이방법은 계통 pH를 유지하고, 급수의 용존산소를 제거하기 위하여 휘발성 첨가제를 사용한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 295
 2012. 08. 01

급수계통을 염기성조건으로 조성, 유지하기 위하여 중성 아민 (amine)을 첨가하는데, pH 조절을 위해 사용되는 중성 아민 pH 제어제는 암모니아(ammonia), 몰포린(morpholine), 에탄올아민(ETA) 및 혼합아민(ammonia + ETA)이 있다. 철계통의 발전소는 부식 생성물의 생성 및 증기발생기 유입을 억제하기 위하여 에탄올아민 또는 혼합 아민을 사용한다. 그 이유는 에탄올 아민이 암모니아보다 상대휘발도가 낮아 습증기 영역과 증기발생기내의 상태를 보다 더 염기성으로 유지할 뿐만 아니라, 복수탈염설비의 수지 오염을 방지한다. 아민은 휘발성이므로 증기발생기에서 농축하지 않지만, 평형상태에 도달하며 증기발생기내의 상태가 염기성으로 유지되도록 한다.

295

급수의 용존산소를 제거하기 위하여 하이드라진을 첨가한다. 또한 하이드라진은 화학적인 환원상태에서 산화막을 유지함으로써 금속표면에 보호막의 형성을 촉진시키는 역할을 한다.

pH 조절제 및 하이드라진을 복수 탈염기의 하단부분에 계속적으로 주입할 수 있다. 이러한 화학제를 수질화학조건 조절을 위해 필요한 만큼 첨가하고, 또 필요할 때는 증기발생기 상단 급수관에서도 첨가할 수 있다.

증기발생기 이차계통수, 급수 및 복수에 대한 운전중 화학조건 제한치는 표 10.3-1 및 10.3-2에 나타낸다.

운전중 화학조건제한치는 정상, 조치준위1, 조치준위2, 조치준위3으로 분류되어, 고 순도 수질화학조건 조절을 가능하게 하고 운전의 융통성을 허용한다. 정상화학조건은 발전소의 복수기누설이 거의 없는 운전상태에서 유지될 수 있으며, 부식성 조건이 최소화되도록 하여 설계수명을 달성할 수 있도록 한다. 정상운전제한치는 장기적인 계통신뢰성을 이루는 변수 값에 관련되어 있으며, 일반적으로 산업체에서 이를 수 있는 값에 근거한 것이다.

세 종류의 조치준위는 검사된 변수가 정상 운전 제한치를 벗어났을 때 시정조치를 취하기 위하여 정의되었다. 각 조치준위에 대한 조치는 조치준위1 부터 조치준위3 까지 엄

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 356
2016. 11. 08

격하게 점차적으로 증가한다. 조치준위에 따른 화학제한치는 이차계통 및 증기발생기의 부식을 막기 위한 최소한의 요건으로 고려된다. 조치준위1 이하에서의 운전은 현재의 부식 정보에 따르면 부식성조건을 피하면서 설계수명의 성취를 허용한다. 전 출력 운전 시 증기발생기에 부식을 일으킬 수 있는 조건이 존재할 때 조치준위2가 개시된다. 증기발생기의 급속한 부식이 일어나고, 계속운전이 불가능한 조건이 존재할 때 조치준위3이 수행된다.

조치준위1

목적 : 출력감소없이 즉시 정상 값을 벗어난 원인을 조사하고, 시정하기 위함.

조치

- 1) 이탈 확인후 21일 이내에 정상준위 값으로 변수를 돌아가게 함.
- 2) 이탈 확인후 21일 이내에 정상 값으로 돌아가지 않으면 그러한 변수가 조치준위2 범위 내에 있는 것으로 간주하여 조치준위2의 조치를 따라야 한다. 많은 변수에 대해 진행된 조치 기준이 없다는 것이 정상 범위를 벗어난 것이 만족스럽다는 것을 의미하는 것은 아니다. 이러한 경우에 알려진 부식조건과 특히 관련된 화학 변수는 조절을 위해서 사용된다.
- 3) 발전소 출력이 30% 초과하여 상승한 이후, 증기발생기 취출수 수질 분석항목 중 Na, Cl, SO₄ 항목이 조치준위1에 진입하여 24시간 유지 시 20일 이내에 정상값으로 복귀하여야 한다.
- 4) 조치준위2 제한값이 없는 변수가 조치준위1 운전허용기간을 초과하여 운전할 경우, 기술적 타당성 평가를 수행한다.

356

356

조치준위2

목적 : 시정조치가 취해지는 동안 출력을 감소하여 운전함으로써 부식을 최소화하기 위함. 출력감소는 공격적인 화학농도에 도달할 수 있는 틈새에서의 가능한 증기발생기 과열 및 열속을 감소시킬 수 있는 준위로 도달하도록 하여야하며, 또한 불순물 원천이 제거되는 동안 자동운전을 유지하기 위하여 충분한 계통 유량을 제공한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 356
2016. 11. 08

조치

- 1) 조치준위2 시작 24시간 이내에 출력을 적절한 수준 (최대 30%)으로 감소시킨다. | 1 | 356
이 목적은 자동급수조절이 유지될 수 있는 최저값까지 출력을 감소시키기 위한 것이다. 만일 불순물 주입의 원천이 제거되고, 변수 값이 조치준위 2 이하이면 출력 감소는 종료될 수 있고, 조치준위1 범위가 되면 전 출력으로의 증가가 가능하다.
- 2) 조치준위 2로 이탈된 후, 다음번에 고온노출 (hot soak) 또는 저 출력으로의 감소에 대한 고려가 되어야 한다.
- 3) 300시간 이내에 정상범위 이내로 유지할 수 없으면 그러한 변수들이 조치준위 3 | 356
범위에 있는 것으로 간주하여 조치준위 3의 조치를 취해야한다.
- 4) 조치준위2를 초래한 비정상적인 수질관리 상태와 단기 및 장기 수정 조치에 대한 | 356
기술적인 평가를 수행한다.

조치준위3

목적 : 계속운전시 증기발생기의 급속한 부식을 유발할 조건을 시정하기 위함. 발전소 정지는 유해한 불순물의 침입을 피하고, 농축을 배제할 것이다. 또한 정지시키는 시정조치는 잠복불순물 복귀 (hideout return)의 결과로서 불순물의 세정을 허용할 것이다.

조치

- 1) 안전운전이 허용하는 범위에서 가능한 한 빨리 5% 미만 출력으로 감발하고, 정상값에 도달할 때까지 급수 및 배수방법 또는 배수 및 재충전 방식으로 세정. 시정조치 3으로의 이탈 기간에 관계없이 발전소는 5% 미만 출력을 취해야 한다. 증기발생기를 5% 미만 출력으로 진행하는 판단은 특정 불순물에 의한 부식 및 세정을 효과적으로 하기 위한 가장 | 356

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 356
2016. 11. 08

빠른 방법에 근거해야한다.

- 2) 조치준위3을 초래한 비정상적인 수질관리 상태와 단기 및 장기 수정 조치에 대한 기술적인 평가를 수행한다.

356

10.3.5.2 부식 조절 효과

급수계통 및 증기발생기에서의 염기성조건은 고온에서 일반부식을 감소시키고, 금속표면으로부터 용해성 부식생성물의 방출을 감소시키는 경향이 있다. 이러한 조건은 금속 산화보호막의 형성을 촉진시키고, 증기발생기로 방출되는 부식생성물을 감소시킨다.

또한 하이드라진은 산화제 2철이 자철광으로 환원함에 따라 금속 산화막의 형성을 촉진한다. 산화제2철은 금속표면으로부터 떨어져 나가 급수에 의해서 이동할 수 있다. 그러나 자철광은 탄소강 표면에 점착성의 보호층을 형성한다. 또한 하이드라진은 구리 표면에 보호성 금속 산화층의 형성을 촉진시키는 역할을 한다.

이차계통수로부터 산소의 제거는 부식을 감소시키는데 필수적이다. 물에 용해된 산소는 철금속, 특히 탄소강에 점식 (pitting)을 일으킨다. 주 복수기내의 탈기부분과 탈기기는 증기 사이클중의 복수로부터 산소를 제거한다. 추가적인 산소제거는 복수유로로 하이드라진을 주입하여 이루어진다. 급수내에 여분의 하이드라진 준위를 유지하는 것은 주 복수기 및 탈기기에 의해 제거되지 않은 용존산소가 증기발생기로 들어가기 전에 제거되도록 하기 위함이다.

만일 국부적으로 자유수산화물 (OH^-)이 농축되면 급속한 부식 (가성 응력부식)이 일어날 수 있다. 적절한 pH를 유지하고 증기발생기에서의 불순물 유입을 최소화함으로써 자유수산화물의 생성을 피할 수 있다.

무고형물 처리법은 증기발생기로부터 용해성 및 불용성 고형물을 배제시키는 제어 기술로서, 급수관 오염을 유발할 가능성이 있는 원인 (즉, 주 복수기 냉각수 누설, 공기의 유입 및 그 결과로 일어나는 저압 배수계통에서의 부식생성물 생성)에 대하여 엄격한 감



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

시를 지속함으로써 이루어진다. 위에서 언급된 것처럼 부식을 줄이고, 그로 인해서 증기발생기로의 부식생성물 이동을 줄일 수 있는 조건을 조성하기 위하여 휘발성 화학제만을 주입함으로써 고형물을 배제시킨다. 또한 복수탈염을 이용하여 증기발생기에서의 고형물을 감소시킬 수 있다. 이와 더불어 증기발생기에 유입되는 불순물원을 최소화하기 위하여 연속 취출방법이 수행된다. 복수탈염계통 및 증기발생기 취출계통은 각각 10.4.6절과 10.4.8절에 기술되어 있다.

위 절차를 적용하여 저 고형물 준위를 유지함으로써 증기발생기 열 전달 표면 및 내부의 관석 및 침적물 축적을 제한한다. 관석 및 침적물이 형성되면 국부적으로 열 수력적 성능이 변경되는데, 이것으로 인하여 불순물이 고 준위로 농축하여 부식을 일으킬 수도 있다. 그러므로, 증기발생기내로 고형물이 유입되는 것을 제한함으로써 이런 형태의 부식을 감소시킨다.

화학 첨가제는 휘발성이기 때문에 증기발생기에서 농축하지 않고, 부식을 일으킬 수 있는 화학 불순물로 존재하지도 않는다.

10.3.6 증기 및 급수계통 재료

이 절 (10.3.6.3절 제외)은 주증기 및 급수계통의 ASME 코드 Sec. III, Class 2 기기들의 재료에 적용된다. 본 계통에는 Class 1 및 Class 3에 해당되는 기기는 없다.

10.3.6.1 파단 인성

Class 2 재료에 대한 시험 방법과 허용 기준은 ASME 코드 Sec. III의 NC 2300에 따른다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.3.6.2 재료 선정 및 제작

ASME 코드 Sec. III Class 2 기기들에 사용된 재료의 선정 및 제작방법에 대한 관련 요건이 다음 사항에 나타나 있다.

10.3.6.2.1 ASME 코드 Sec. III, 부록 I에 포함되지 않는 재료

압력을 받는 모든 재료는 ASME 코드 Sec. III 부록 I에 열거된 재료중의 하나와 일치해야 한다.

10.3.6.2.2 오스테나이트계 스테인레스강 기기

오스테나이트계 스테인레스강 기기에 대하여 규제지침서 1.44 (예민화된 스테인레스강의 사용 관리), 규제지침서 1.36 (오스테나이트계 스테인레스강을 위한 비금속 단열재), 규제지침서 1.31 (스테인레스강 용접 금속의 페라이트 함량 관리)의 준수내용은 부록 1A 및 5.2.3절에 기술된 내용에 따른다.

10.3.6.2.3 Class 2 기기의 청결 및 취급

모든 ASME 코드 Sec. III, Class 2 기기에 대하여, 규제지침서 1.37 (경수형 원자력발전소의 유체 계통 및 관련 기기 청정에 대한 품질보증요건) 및 ASME NQA-2 Part 2.1 (원자력발전소의 유체계통 및 관련기기의 청정)의 준수내용은 부록 1A에 기술된 내용에 따른다.

10.3.6.2.4 저합금강 및 탄소강의 예열 온도

규제지침서 1.50 (저합금강의 용접을 위한 예열 온도의 조절)을 부록 1A에 기술한 바에 따라 적용한다. 탄소강 재료에 대해서는, ASME 코드 Sec. III, 부록 D-1000에 따라 예열 온도를 정한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.3.6.2.5 접근제한구역에 대한 용접사 자격

규제지침서 1.71 (접근제한구역에 대한 용접사 자격)에 대하여는 부록 1A에 기술한 바에 따라 적용한다.

10.3.6.2.6 비파괴검사 절차

튜브류의 시험을 위한 비파괴검사 절차서는 ASME 코드 Sec. III, NC/ND-2550/2560의 요건에 따른다.

10.3.6.3 규격 및 표준

주증기 및 급수계통에 적용되는 코드 및 규격은 표 3.2-5과 같다.

증기발생기부터 격납건물 격리밸브를 포함한 격리밸브실 앵커까지의 주증기계통은 ASME 코드 Sec. III, Class 2 및 품질그룹 B의 요건에 따라 설계 제작된다. 증기발생기부터 격납건물 격리밸브를 포함한 격리밸브실 앵커까지의 주급수계통은 ASME 코드 Sec. III Class 2, 품질그룹 B 요건에 따라 설계 제작한다. 터빈발전기까지의 잔여 배관과 보조계통은 ASME B31.1 요건에 따른다.

급수 조절밸브 및 급수유량기는 ASME B16.34 및 ASME B31.1를 따른다.

규제지침서의 준수내용에 대해서는 1.8절과 5.2.3절에 기술되어 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 356
2016. 11. 08

표 10.3-1

증기발생기 2차계통수에 대한 운전중 화학조건 제한치

변 수	정상제한치*	조 치 준 위			1
		1	2	3	
pH (철/구리 계통)	8.5 - 9.2**	--	--	--	1
(철 계통)	≥ 9.0***	< 9.0	--	--	
양이온 전도도 증가분, μmho/cm @25℃	≤ 1.0	--	> 1	> 4	32 356
실리카#, ppb	< 300	--	--	--	
염소, ppb	≤ 10	> 10	> 50	> 250	356
나트륨, ppb	≤ 5	> 5	> 50	> 250	
황산염, ppb	≤ 10	> 10	> 50	> 250	

* 정상제한치는 이차계통의 적절한 운전시 증기발생기를 연속 취출하여 유지하여야 하는 값이다.

** 경험상 pH 9.2 이상에서 구리 이동이 증가하는 경우에 한해서만 조치가 요구된다.

*** 복수탈염기가 운전되는 발전소에서 철계통의 pH는 8.8 이상의 범위로 조절하고, 8.8 미만에서는 조치가 요구된다.

이 화학변수는 문제진단을 위해서 사용된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 356

2016. 11. 08

표 10.3-2 (2 중 1)

급수 및 복수에 대한 운전중 화학조건 제한치

변 수	정상제한치*	조 치 준 위		1
		1	2	
pH (급수)				
(철/구리 계통)	8.8 - 9.2	--	--	
(철 계통)	8.8 - 10.0	< 8.8 > 10.0	--	295
pH (복수)				
(철/구리 계통)	8.8 - 9.2	> 9.2***	--	
전도도***(양이온), μmho/cm (급수)	≤ 0.2	--	--	1
나트륨***, ppb (급수)	≤ 3	--	--	
하이드라진*, ppb (급수)	≥ 8×[DO] _{복수} 그리고 ≥ 20ppb	< 8×[DO] _{복수} 또는 < 20ppb 중 높은값	--	227 356
용존산소, ppb (급수)	≤ 5	> 5	> 10	
(복수)**	≤ 10	> 10	--	356
구리***, ppb (급수)	≤ 1	> 1	--	
철***, ppb (급수)	≤ 5	> 5	--	

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서


개정번호 356
2016. 11. 08

표 10.3-2 (2 중 2)


- * 정상 제한치는 이차계통의 적절한 운전시 유지되어야 하는 값이다.
- ** 복수탈염기가 운전되는 발전소에서 철계통의 pH는 9.0으로 조절하고, 9.0 미만에서는 시정조치가 요구된다.
- *** 전도도 및 나트륨에 대한 제한치는 진단 화학변수로서 증기의 순도를 알기 위한 수단으로 설정된 값이다.
- # 하이드라진 범위는 정상적인 화학 첨가 지점 하단의 급수/복수계통에 적용된다. 증기발생기의 부식 가능성 (IGA, SCC)을 최소화하기 위하여 고 농도의 하이드라진이 추천된다.
- ## 삭제
- ### 철 계통에 대해서는 구리의 분석이 필요하지 않다. 이 값은 단지 안정상태조건에 대한 값이다.
- #### 경험상 pH 9.2 이상에서 구리 이동이 증가하는 경우에 한해서만 조치가 요구된다.

356

bb175194-c62611081416

	한국수력원자력 주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	주증기계통 배관 및 계장도 그림 10.3-1 (2 중 1)



	한국수력원자력주식회사 울진3호기 최종안전성분석보고서
	주요기재용 비관 및 계감도 그림 03-12 중 2

bb175194-c62611081416

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4 동력변환계통의 기타 특성

10.4.1 주복수기

주복수기는 증기 사이클의 열제거원이다. 정상 운전중에 주복수기는 저압터빈 배출증기, 급수펌프 터빈 배출증기, 증기발생기 취출수 및 터빈 우회증기를 받아들여 응축시킨다. 또한 주복수기는 기타의 증기 순환류, 배수 및 배기의 집합점이다.

주복수기는 발전소 정상 운전정지시 초기 원자로냉각의 열제거원으로 사용된다.

10.4.1.1 설계기준

10.4.1.1.1 안전 설계기준

주복수기에는 안전 관련 기능이 없다.

10.4.1.1.2 출력운전 설계기준

가. 주복수기는 저압터빈 배출증기, 급수펌프 터빈 배출증기 및 기타 사이클 배출증기의 열제거원 기능을 한다.

나. 주복수기는 정격 주증기유량의 약 40%에 해당되는 주증기를 터빈우회계통을 통해 수용한다.

다. 응축되는 증기에서 발생된 비 응축성 기체는 10.4.2절에 기술된 복수기진공계통을 통하여 복수기 외부로 방출된다. 비 응축성 기체의 제거는 2차계통의 침식과 부식을 최소화한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

라. 주복수기의 온수조는 복수 및 급수계통으로 5분간 최대 복수유량을 공급하기에 충분한 용량을 갖는다.

10.4.1.1.3 규격 및 표준

주북수기는 표 3.2-5에 표기된 적용 규격 및 표준에 따라 설계된다.

10.4.1.2 계통 설명

주복수기는 단일 압력, 단일 유로, 표면 냉각식으로 3개의 셀로 구성된다. 각각의 셀은 각각의 저압터빈 아래에 위치하며 셀 내부 튜브의 방향은 터빈발전기 축과 수직한다.

복수기 셀은 분할된 수실을 갖는다. 각각의 셀은 수실과 연결되는 2개의 관다발을 갖는다. 각각의 셀은 수직 분할판에 의해 길이방향으로 분리된 2개의 온수조를 갖는다. 이 온수조는 복수펌프의 흡입조가 된다.

복수기 셸은 터빈건물 운전층 아래에 위치하며 터빈건물 기초위에 지지된다.

각각의 터빈배기구와 복수기 셀 증기유입부는 신축 이음관으로 연결되며 각각의 복수기 목 부분에는 2개의 저압 급수가열기가 설치된다. 3개의 셀의 증기영역은 압력 평형관으로 연결된다. 복수기에는 온수조 수위제어 및 복수 시료채취를 위한 배관이 설치된다.

정상운전중에 저압터빈 배출증기는 터빈 케이싱 하부에 있는 배기구를 통해 복수기로 직접 하향 유입되어 응축된다. 또한, 복수기는 급수가열기 배기 및 배수, 급수펌프 터빈 배출증기, 터빈중기밀봉계통 배수와 같은 기타 배기 및 배수도 받아들인다.

발전소 정지후 초기 냉각기간중 복수기는 터빈우회계통을 통해 원자로냉각재계통의 잔열

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

을 제거한다. 터빈우회계통을 통한 주증기량은 정격 주증기유량의 약 40%까지이며 (세부사항은 10.4.4절 참조) 우회증기는 분사모관을 통해 복수기 튜브 위로 분배된다. 유입된 증기는 터빈 배압이 경보설정치를 초과하거나 터빈 배출부 온도가 허용치 이상으로 되는 일 없이 처리된다. 우회증기의 압력은 복수기의 분배 지관에 유입되기 전에 적절한 방법으로 강하된다. 분사관에 의해서 증기는 튜브에 직접충돌하지 않는다.

복수기 튜브고정판은 해수의 누설 유입을 최소화하는 설계로 되어 있으며 복수기 내부로 해수가 누설 유입하는 경우에도 급수의 수질이 허용치 내에 있으면 복수기를 계속 운전할 수 있다. 따라서 해수의 누설 유입량이 불순물을 제거하고 급수 수질을 유지시키는 복수탈염기의 처리 능력 내에 있으면 복수기를 순환수 정격유량으로 운전할 수 있다. 해수의 누설 유입량이 복수 탈염기의 처리 용량을 넘으면 터빈출력을 적절히 감소시키고 해당 온수조 측에 냉각수를 공급하는 순환수 입출구 밸브와 온수조 격리밸브를 닫아 해당 온수조를 격리시킨다.

10.4.3.2 누설부 보수 방법

각각의 온수조를 떠나는 복수의 수질을 감시하는 방법으로 복수기내의 순환수 누설을 검출하고 제어실에 경보를 올린다. 이 정보를 이용하여 누설이 일어나는 관다발을 가려낸다. 누설부를 보수하려면 누설이 되는 관다발 및 연결 수실을 격리하고 순환수를 제거하여 누설되는 튜브를 보수하거나 막는다.

증기발생기의 일차측에서 이차측으로 전열관 누설이 있는 경우 증기발생기 내에 방사성 오염물이 존재하게 된다. 온수조 내의 방사성물질의 농도는 11.1절에 기술되어 있다.

정상운전중 수소기체의 복수기 유입은 없으나 증기발생기 전열관 누설이 있을 때는 소량의 수소기체가 복수기로 유입된다. 수소기체 제거에 대해서는 10.4.2절에 기술되어 있다.

온수조 수위는 자동제어에 의해 보충수 유입 및 복수 유출이 이루어지면서 정상 수위가 유지된다. 온수조가 저수위가 되면 보충수 제어밸브가 열려 복수저장탱크로부터 온수조

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

로 복수가 유입되며, 온수조 수위가 정상운전 범위로 상승하면 밸브는 잠긴다. 온수조가 고수위가 되면 복수펌프 토출측 (중기 패킹 배출기 하류)에 있는 복수배출 제어밸브가 열려 복수저장탱크쪽으로 복수를 유출시킨다. 온수조 수위가 정상운전 범위로 떨어지면 배출이 중지된다.

복수저장탱크로의 복수배출은 복수가 높은 전도도를 나타낼 때 수동으로 정지시킬 수 있다. 이 운전 조작으로 복수기 튜브 손상시 오염물을 복수저장탱크로 이송시키는 것을 방지할 수 있다.

터빈 배기에 함유된 침입 공기와 비 응축성 기체는 복수기 내부에서 모아지고 복수기진 공계통을 통해 제거된다.

복수기 온수조 파열시에도 복수의 범람은 발전소 안전정지 기능에 저해가 되지 않는다. 터빈건물과 일차 및 이차 보조건물의 통로는 터빈건물 기준면에서 충분히 위에 있어 이들 건물로 복수가 유입되지 않는다. 터빈건물 내에는 안전 관련 기기들이 없기 때문에 안전 관련 기기들이 영향을 받지 않는다.

10.4.1.3 안전성 평가

주복수기는 안전 관련 기능 및 안전 설계기준이 없다.

10.4.1.4 시험 및 검사

복수기 쉘 설치 후에 적용 규격 및 표준에 의해 수압 시험을 행한다. 복수기 쉘, 온수조 및 수실에는 검사 및 보수를 위한 출입 개구부가 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.1.5 계측설비

복수기 온수조 수위는 복수저장탱크에서 복수를 유입시키거나 복수저장탱크로 복수를 방출하여 설정된 수위가 유지되도록 자동제어 및 감시된다. 복수 수위는 현장과 주제어실에 지시되고, 고수위와 저수위 시에는 주제어실에 경보가 발생한다.

복수기 압력은 현장과 주제어실에 지시되고 고압력 시에는 주제어실에 경보가 발생한다. 복수기의 고압력에 의해 주터빈은 정지된다.

각각의 온수조로부터 배출되는 복수의 전도도, 나트륨 및 염소가 감시된다. 이것들은 복수기 튜브의 누설을 검출하고 누설 위치를 파악하는 수단이 된다.

복수의 온도는 복수펌프 흡입관에서 계측된다.

10.4.2 복수기진공계통

10.4.2.1 설계기준

10.4.2.1.1 안전 설계기준

격납건물 격리밸브부터 격납건물 내의 역류방지밸브까지는 안전성 관련 계통이고 그외는 비안전성 관련계통이다. 격납건물 격리작동신호가 작동하면 격납건물 격리밸브가 닫히는 안전기능을 갖고 있다.

10.4.2.1.2 계통 설계기준

복수기진공계통은 비 응축성 가스를 지속적으로 제거함으로써 복수기 셀측 진공을 형성하고 유지하도록 설계한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 242
2010. 06. 25

10.4.2.2. 계통 설명

복수기진공계통은 그림 10.4-1과 같이 33 1/3% 용량 기계식 진공펌프 4대와 100 % 용량 증기분사식 공기추출기 1대로 구성된다.

복수기진공계통은 HEI의 "Standards for Steam Surface Condensers"에 추천된 용량 이상이어야 한다. 기동시에는 4대의 진공펌프가 작동하며, 진공펌프의 고장시에는 증기분사식 공기추출기가 복수기 공기 제거를 위해 작동한다. 모든 기기들은 내진을 고려하지 않으며, 규제지침서 1.26, D 등급에 따라 설계되었다. 242

초기의 복수기 진공을 형성하기 위해 터빈발전기는 터닝기어에 놓게되며, 복수계통이 작동되고 터빈밀봉증기가 공급된다. 터빈축밀봉이 형성된 후 복수기 및 저압 터빈케이싱의 압력을 내리기 위해 초기에는 모든 진공펌프가 복수기의 공기를 제거한다. 정상운전시에는 진공펌프가 복수기 진공을 유지하기 위해 비응축성가스를 제거하며 과대한 공기 유입 발생시에는 추가로 대기중인 진공펌프가 자동기동된다. 242

복수기 압력이 5 in.HgA로 상승하면 복수기고압경보가 주제어실에 울린다. 만일 복수기진공계통이 복수기 압력을 7.5 in.HgA 이하로 유지하지 못하면 터빈은 트립된다. 복수기가 진공 상실후 초래되는 결과는 15.2.3절에서 기술되어 있다.

복수기진공계통은 터빈우회계통이 운전되는 경우에도 비 응축성 가스를 제거하도록 설계된다. 복수기진공계통의 오동작이나 복수기가 기능 정지된 경우 원자로냉각재계통으로부터의 열제거는 주증기 대기방출밸브 혹은 원자로 냉각재 계통, 압력, 온도가 허용시에는 정지냉각계통에 의해 수행된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

증기발생기에서 2차측으로의 누설을 감지하기 위하여 증기분사식 공기추출기와 기계식 진공펌프에 의해 방출되는 습분증기혼합체와 비 응축성 가스는 10 CFR 50, 부록 A, 일반 설계기준 60 및 64에 따라 제어되고 감시된다. 일반설계기준 60 및 64에 대한 준수내용은 각각 3.1.2.51절 및 3.1.2.55절에 기술되어 있다. 방출기체가 고방사능시에는 송압 팬이 기동되고 격납건물 정상 배수조로 배출된다. 터빈건물로 배수되는 액체 및 기체에 대한 방사선 평가는 각각 11.2절 및 11.3절에서 기술되어 있다.

복수기진공계통에서 취급되는 물질은 폭발할 가능성이 없다.

10.4.2.3 안전성 평가

격납건물 격리밸브부터 격납건물내의 역류방지 까지는 안전성 관련 계통이고 그외는 비안전성 관련계통이다. 격납건물 격리작동신호가 작동하면 격납건물 격리밸브가 닫히는 안전기능을 갖고 있다.

10.4.2.4 시험 및 검사

복수기진공계통은 운전전에 적용 코드 및 표준에 따라서 시험 및 검사한다. 복수기진공계통에 대한 정기적인 가동중 시험 및 검사는 계획정비 기간에 실시한다. 복수기진공계통 예비 기기는 가동률 확인을 위해 정기적으로 작동시킨다.

10.4.2.5 계측설비

진공펌프는 주제어실에서 제어되고 복수기 압력을 5 in.HgA (127 mm HgA) 이하로 유지하게 한다. 복수기 압력이 7.5 in.HgA (191 mm HgA)로 상승하게 되면 터빈은 정지된다. 압력 및 유량지시계는 현장에 설치된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

복수기진공계통에서 방출되는 방사능 값은 증기발생기 누설감지를 위해 방사능 감시설비에 의해 연속적으로 감시된다.

복수기에서 격납용기로 방출되는 배관의 격리밸브는 주제어실에서 수동으로 조절된다. 그러나 이 격납용기 격리밸브는 방사능 감시계통에서 고방사능이 검출되면 자동으로 열리고 격납용기 격리작동 신호가 발생하면 닫히게 된다.

10.4.3 터빈축밀봉계통

터빈계통의 일부분을 구성하는 터빈축밀봉계통은 터빈 축 및 급수펌프 터빈에서의 공기유입 및 증기유출을 방지한다.

10.4.3.1 설계기준

10.4.3.1.1 안전 설계기준

터빈축밀봉계통은 안전 기능을 갖지 않는다.

10.4.3.1.2 출력운전 설계기준

- 가. 터빈축밀봉계통은 터빈 및 급수펌프 터빈에서의 공기유입과 증기유출을 방지하도록 설계된다.
- 나. 터빈축밀봉계통은 유출된 증기를 응축시켜 복수기로 회수하며, 응축되지 않는 가스는 대기로 방출시키는 기능을 갖는다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

10.4.3.2 계통 설명

그림 10.4-2 및 표 10.4-1에 나타난 터빈축밀봉계통은 아래와 같이 구성된다.

가. 자동 증기공급 및 자동 배출조절 장치와 기동운전과 비정상운전에 대비한 수동 우회밸브,

나. 100% 용량 2대인 블로우어를 갖춘 1대의 증기 패킹 배출기, 여기서 각각의 블로우어에는 1개의 흡입밸브와 1개의 출구밸브 (역류방지밸브)가 설치된다.

축밀봉 기능이 상실될 경우, 정상운전시 고압터빈에서는 증기가 유출되고, 저압터빈에서는 공기유입 현상이 발생하게 될 것이다.

터빈축밀봉계통에서 공기와 증기의 혼합물은 증기 패킹 배출기로 집결되며, 여기서 증기는 복수와의 열교환을 통해 응축된 후, 복수기 온수조로 회수된다.

정상운전중에는 추기가 축밀봉용 증기로써 사용된다. 정상적인 축밀봉용 증기공급이 불가능할 경우 보조증기 모관에서 밀봉증기를 공급한다.

터빈발전기의 부하가 상승함에 따라 고압터빈의 축밀봉을 위한 증기 요구량은 점차적으로 감소되고, 고압터빈 축에서는 증기유출이 시작된다. 고압터빈 축에서 유출된 과잉 증기는 증기밀봉 모관의 압력을 일정하게 유지시키기 위해 복수기로 배출된다.

증기 패킹배출기의 배기 배관에는 방사성 물질의 대기 유출을 감시할 수 있도록 방사능 측정설비와 배기유량 측정설비가 설치된다.

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.3.3 안전성 평가

터빈축밀봉계통은 안전성 기능이 요구되지 않으며, 이에 따라 안전성 평가는 수행하지 않는다.

10.4.3.4 시험 및 검사

터빈축밀봉계통은 연속 운전되며, 이에 따라 계통운전 상황은 발전소 운전원에 의해 항상 감시될 수 있다.

10.4.3.5 계측설비

증기밀봉 공급밸브와 배출밸브에 신호를 제공하여 증기밀봉 모관 압력을 유지시키기 위한 압력 조절기가 설치된다.

현장 및 주제어실에는 증기밀봉 모관 압력을 감시하는 지시 및 경보 기기로 구성된 표시기가 설치된다.

10.4.4 터빈우회계통

10.4.4.1 설계기준

터빈우회계통은 안전성 기능을 갖지 않는다. 원자로출력급감발계통 (7.7.1.1.6절에 기술)과 연계하여 작동하는 터빈우회계통은 다음 기능을 수행하도록 설계된다.

- 가. 원자로 정지, 일차 또는 이차 안전밸브의 열림이 없이 어떠한 크기의 부하 감발을 수용

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

- 나. 발전소 정지후 안전밸브의 열림을 방지하기 위해 핵증기공급계통 열조건 제어
- 다. 고온 영출력 조건에서 핵증기공급계통 유지
- 라. 터빈출력보다 원자로출력이 더 큰 것이 바람직할 때 (즉, 터빈 계통 병입시) 핵증기공급계통 열조건 제어
- 마. 작동하는 두개의 급수펌프중 하나가 고장중인 동안 압력제한 제어 제공
- 바. 터빈출력 및 원자로출력이 설정된 한계치 이하로 내려갈 경우 제어봉자동이동 금지 (AMI) 신호 제공; 원자로 출력이 15% 이하일 경우 이 출력 이하로의 원자로 자동조절을 차단하기 위해 자동 이동금지신호 제공
- 사. 핵증기공급계통 가열 또는 냉각 동안 원자로냉각재계통 온도의 수동 조절을 위한 수단 제공
- 아. 밸브 마모를 최소화하고 조절성을 유지할 수 있도록 터빈 우회밸브의 운전성 제공
- 자. 모든 터빈 우회밸브와 복수기 셸이 유용할 때 복수기로의 적절한 배열을 통해 복수기 셸 사이 유량의 불균형을 하나의 밸브 용량으로 제한하기 위해 순차적으로 동작되는 터빈 우회밸브의 운전성 제공
- 차. 단일기기 고장 혹은 단일 운전원 실수가 발생하여도 과도한 증기배출이 방지 되도록 설계에 다중성 포함
- 카. 복수기 압력이 기설정 제한치를 초과했을 때 터빈 우회유량을 차단하는 복수기연동장치 제공

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

환경 설계조건은 3.11절에 기술되어 있다.

10.4.4.2 계통 설명 및 운전

10.4.4.2.1 개요

터빈우회계통은 증기우회제어계통, 터빈 우회밸브 및 관련 배관과 계측설비로 구성되어 있다. 증기우회제어계통은 7.7.1.1.5절에 기술되어 있다.

10.4.4.2.2 배관 및 계측설비

전형적인 터빈우회계통은 주증기 모관 하류의 지선에 설치되어 있는 8개의 터빈 우회밸브로 구성되어 있고 주복수기 혹은 대기로의 방출은 그림 10.3-1에 나타나 있다.

10.4.4.2.3 터빈 우회밸브

터빈 우회밸브는 증기발생기 정상 최대출력 압력 1070 psia (75.2kg/cm²A)에서 총 최대출력 증기유량의 55%의 배출능력을 갖춘 공기 구동식 밸브이다. 이 밸브들은 정상적으로는 증기우회제어계통에 의해 조정되나 원격 혹은 현장에서 수동으로 운전될 수도 있다. 자동 모드에서 운전 될때, 밸브들은 최소 15초 및 최대 20초내에 완전히 열리거나 닫히도록 조절된다. 증기우회제어계통에서 급속 열림 신호를 받을 경우 밸브들은 1초 내에 열리도록 설계된다. 증기우회제어계통에서 닫힘 신호를 받을 경우 밸브들은 5초 내에 닫히도록 설계된다.

계통은 고온대기상태에서 운전을 허용하도록 44,000 lb/hr (19, 958.4 kg/hr)의 낮은 유량에서도 조정될 수 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.4.2.4 계통 운전

터빈우회계통은 터빈 정지밸브의 상류에 있는 주증기 모관으로부터 증기를 받아 터빈발전기를 우회하여 복수기 그리고/또는 대기로 증기를 직접 방출한다. 정상 운전동안 우회밸브는 7.7.1.1.5절에서 기술한 바와 같이 증기우회제어계통의 통제하에 있다. 냉각 혹은 고온정지 동안 터빈 우회밸브는 증기발생기 압력과 원자로냉각재 온도변화를 조절하기 위해 주제어실에서 개별적으로 조정될 수 있다.

터빈우회계통의 밸브는 복수기로 제한되지 않는 증기가 유입되는 것을 방지하기 위해 고장시 닫힘 형태로 설계된다. 만약, 우회밸브가 고장으로 열리지 않을 경우 주증기 안전밸브가 주증기관의 과압방지를 제공한다. 주증기 대기방출밸브는 원자로의 통제냉각 수단을 제공한다. 주증기 안전밸브와 주증기 대기방출밸브는 10.3.2.2.4절과 10.3.2.2.5절에 각각 기술되어 있다.

10.4.4.2.5 비상 운전

복수기가 열제거원으로서 이용될 수 없을 경우, 연동장치는 터빈 우회계통밸브를 열리지 못하게 하고 만약 열려 있으면, 터빈 우회밸브를 닫도록 한다. 주증기 안전밸브 및 주증기 대기방출밸브는 우회밸브들이 작동 불능일 경우 부하과도 현상을 제어하는데 사용된다. ASME 코드 안전밸브가 증기발생기를 위한 최후의 과압방지를 제공하기 때문에 터빈우회계통은 제어계통으로만 국한하고 보호계통에 적용되는 특별한 요건의 고려사항 없이 설계된다. 이 계통의 상실은 원자로냉각재계통에 손상을 주지 않는다.

10.4.4.3 안전성 평가

이 계통은 비 안전성 관련 계통이다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.4.4. 시험 및 검사

터빈우회계통이 가동에 들어가기 전에 모든 계통밸브는 개폐시간의 적합 여부가 시험된다. 우회중기관은 초기에 기밀도를 확인하기 위해 수압 시험된다. 우회 밸브는 터빈이 운전중일 때 시험될 수 있다. 모든 계통배관 및 밸브는 가동중 검사시 쉽게 접근할 수 있도록 하여야 한다. 각 우회밸브는 유지 보수를 용이하게 하기 위하여 격리밸브가 장치되어 있다. 모든 계통배관은 ASME B31.1의 136 및 137항 요건에 따라 검사 및 시험된다.

10.4.4.5 계측설비

터빈우회계통의 제어계통은 7.7.1.1.5절에 기술되어 있다. 원자로출력급감발계통의 제어 계통은 7.7.1.1.6절에 기술되어 있다.

10.4.5 순환수계통

순환수계통은 복수기의 폐열을 제거하기 위해 냉각수인 해수를 공급하며 흡수된 열을 동해 바다로 배출한다.

10.4.5.1 설계기준

설계기준은 다음과 같다.

- 가. 발전소 모든 부하 조건하에서 복수기의 폐열을 제거할 수 있도록 충분한 유량을 공급한다.
- 나. 복수기 배압을 설계 제한치 이내로 유지할 수 있도록 적정량의 해수를 복수기에 공급한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

다. 복수기 배수조로 많은 양의 해수가 유입되면 터빈건물의 범람을 막기위해 순환 수계통을 수동으로 차단한다.

라. 해수 수위 변화를 고려하여 안전하고 신뢰도 있게 작동하도록 설계된다.

적용되는 규격 및 표준은 표 3.2-5에 나열되어 있다.

10.4.5.2 계통 설명

순환수계통은 순환수 펌프, 배관, 밸브 및 계기로 구성되며 복수기수실공기제거계통, 복수기류브세척계통 등의 보조계통들이 있다.

그림 10.4-3에 계통도가 나타나 있다. 순환수펌프는 취수구조물에서 해수를 취수하며 복수기를 통과한 해수는 복수기와 연결된 배출도관을 통하여 바다로 방출된다. 해수 온도가 낮은 동절기에는 운전 펌프 댓수를 감소하여 전력을 절약하는 운전모드를 취할 수 있다. 한 호기당 16-2/3% 용량 순환수 펌프 6대가 설치되며, 이 순환펌프는 전동기 구동 수직형 1단 원심펌프이다.

펌프의 토출측에는 펌프가 가동 중지인 경우 펌프를 격리시키기 위해 전동기구동 밸브를 설치한다.

전동기구동 나비형 밸브는 각 순환수펌프 출구 및 복수기 입.출구에 설치되어 배관 손상시 복수기 셀을 격리시킨다.

순환수펌프 토출관은 서로 연결되어 있으며, 순환수 배관은 에폭시를 라이닝한 강관 및 철근 콘크리트 도관으로 제작된다. 콘크리트 도관은 취수구조물과 터빈건물 사이에 설치되며 복수기 유입부는 강관이다. 복수기 출구 배관은 강관이며, 콘크리트 도관과 연결된다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

강관과 콘크리트 도관 연결부분은 밀봉을 확실히 하고자 틸블 (thimble)을 사용하여 강관을 콘크리트 도관안으로 매설한다. 배관 구경이 2 인치 이하인 경우 배관 재질은 모넬 (니켈, 구리 합금강)이며, 2½ 인치 이상 24 인치까지는 폴리에틸렌을 라이닝한 강관이고, 84 인치 배관은 고무를 라이닝한 강관이다.

발전소는 터빈건물 범람에 대처하도록 설계된다. 터빈건물에 설치되는 순환수 배관의 파단을 고려해서 복수기 배수조에는 범람수위 계측장비가 설치되어 있고, 복수기 배수조중 ⅔가 고-고 수위가 되면 모든 순환수펌프를 수동으로 정지시키며, 이러한 것을 운전원 및 기기를 보호하기 위하여 설계에 반영되었다. 그렇지만, 이러한 계측장비는 터빈건물 범람 사건을 설계하는데 있어서 신뢰성을 주지는 못한다.

설계기준인 터빈건물 범람사건에서, 순환수계통의 6대 순환수펌프가 런아웃 유량을 내고 있을 때 펌프들을 통해 터빈건물로 해수가 방출된다고 가정한다. 터빈건물 기초부는 해수로 채워지고, 범람수위는 터빈건물의 해수 유출입 유량이 일치할 때 까지 상승한다. 유입된 해수는 설치된 판넬 (루버)로 통해 방출된다. 설계기준인 터빈건물의 범람사건에 관한 주요한 인자는 표 10.4-2에 나와있다.

범람한 물의 유출에 대처하기 위해 루버설치 이외에 발전소는 범람한 물이 안전성 지역으로 유입되지 않도록 설계되어 진다. 터빈건물과 안전성 관련건물 사이의 모든 출입구는 설계기준의 범람수위 (104 피트 6 인치) 위에 설치된다. 그리고 그 설계기준 수위이하의 터빈건물과 연결된 건물의 모든 관통부는 범람에 대처하기 위해 밀봉된다. 그래서 발전소는 터빈건물이 범람하여도 안전정지를 할 수 있도록 설계된다. 그래서 수동적인 설계 특징 및 범람 원인을 차단하기 위한 운전원의 행위요건이 없으므로 발전소는 터빈건물이 범람하여도 안전정지를 도달하도록 설계되었다.

복수기 배수조펌프는 범람을 완화시키는데 사용되지만 안전관련 기기는 아니다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

복수기 수실 공기제거계통은 100% 용량 2대의 펌프 및 진공제어탱크를 사용하여 계통 내에 사이폰을 유지하고 수실에서 비응축성 기체를 제거한다.

프라이밍 탱크가 고수위가 되면 자동적으로 밸브가 닫혀 해수가 펌프로 유입되는 것을 차단한다. 펌프는 연속 운전하며 진공파쇄기에 의하여 과진공으로부터 보호된다. 정상 운전시 수증기 및 불용성 가스들은 방사능에 오염되지 않아서 대기로 방출한다.

정상 운전시 해수에 염소를 주입하고 복수기 튜브 세척계통이 작동한다. 염소는 복수기 튜브 내에 생물의 성장 및 취수구조물에 해양 유기체 성장을 억제하는데 사용한다. 복수기 튜브 세척계통은 부식 침전물 등을 제거하여 설계 상태에서의 복수기 효율을 유지한다. 튜브내경보다 크게 특별히 정교하게 제작된 스폰지 고무 볼은 계속적으로 복수기를 순환하면서 튜브 내 벽을 깨끗이 청소한다. 복수기 튜브 세척계통은 복수기 튜브내에 침전될 수 있는 여러가지 형태의 오염물을 계속적으로 제거함으로써 복수기 청결성을 유지한다. 자체 정화 필터가 복수기 수실 유입 배관에 설치된다.

순환수계통은 튜브 내의 압력이 증기가 유입되는 셀보다 높아 방사능에 오염된 물질이 튜브 내로 유입하는 것을 방지한다. 그래서 복수기 튜브가 누설되면 튜브 내의 해수는 복수기 셀로 유입한다.

밸브나 밸브 연결 부위에서의 작은 양의 누설은 복수기 배수조 수위 경보로 감지된다. 배관 및 신축 이음의 파손으로 인한 과도한 누설시 점진적인 진공 상실 및 복수기 배수조 고수위로 인한 경보가 주제어실에서 표시되며, 복수기 배수조 고-고 수위시 수동으로 순환수 펌프를 정지시킨다.

10.4.5.3 안전성 평가

순환수계통은 비 안전 계통이며, 안전성 평가가 필요하지 않다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.5.4 시험 및 검사

모든 계통 기기의 성능, 구조적 건전성 및 밀폐 건전성은 연속적인 운전으로 보여주어야 한다. 계통의 모든 능동 기기는 발전 기간 동안 검사를 위하여 접근 가능하여야 한다. 순환수펌프는 HI (Hydraulic Institute) 코드에 따라서 검사한다.

순환수용 나비형 밸브의 성능, 수압 및 누설 시험은 AWWA (American Water Work Association) 코드 C504에 따라 실시한다.

10.4.5.5 계측설비

순환수펌프는 펌프 상태가 지시되는 주제어실에서 제어된다. 순환수펌프의 불시정지시에는 주제어실에 경보가 발생된다.

순환수펌프 출구 밸브와 복수기 수실 순환수 입구/출구 밸브들 또한 밸브 상태가 주제어실에서 지시되고 제어된다. 순환수펌프들은 펌프 출구 밸브들이 20% 열린 이후 기동되도록 연동된다. 해당되는 펌프가 정지하면 순환수 펌프출구 밸브들은 자동적으로 닫힌다.

복수기 입구 및 출구 순환수 압력은 현장에서 지시된다. 복수기 입구 및 출구 온도는 현장에서 지시되고 발전소 컴퓨터에 기록된다. 취수구 해수 수위는 주제어실에 지시되며 저수위 시는 주제어실에 경보가 발생된다.

10.4.6 복수탈염계통

10.4.6.1 설계기준

울진 3,4호기의 복수탈염계통은 복수로부터 용해성 및 현탁성 불순물을 제거하여 탈염수 수질화학을 다음 제한치 이내로 제한한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

가. 나트륨	≤ 1.0 ppb
나. 염화물	≤ 0.15 ppb
다. 실리카	≤ 1.0 ppb
라. 양이온 전도도	$\leq 0.1 \mu\text{mho/cm @ } 25^{\circ}\text{C}$
마. 철	≤ 1.0 ppb
바. 현탁 고형물	≤ 1.0 ppb
사. 25°C에서 pH	6.8 - 7.2
아. 황산염	≤ 0.2 ppb

계통은 복수기계통에서 공급되는 전복수 유량을 연속적으로 처리하도록 설계된다. 그러나 계통은 전유량, 부분유량 및 우회모드에서 운전될 수 있다. 또한 계통은 기동시마다 “재순환 세정” 모드 운전으로 이차수 계통의 부식생성물을 제거하도록 설계된다.

고온수탱크를 제외한 모든 압력용기는 ASME 코드 Sec. VIII에 따라 설계, 제작된다. 고온수 탱크는 ASME 코드 Sec. IV절에 따라 설계, 제작된다.

계통은 비 안전성 관련, 품질그룹 D, 내진범주 III으로 분류된다.

10.4.6.2 계통 설명

10.4.6.2.1 개요 및 계통운전

복수탈염계통은 탈염계통과 외부 수지재생계통의 2개 부속계통으로 나뉘어 진다

각 호기의 탈염부속계통은 5개의 병렬 양이온 교환탑 후단에 5개의 병렬 혼합상 이온 교환 탭으로 구성된다. 1개의 양이온 교환탑과 1개의 혼합상 이온 교환탑으로 구성된 각계열은 전복수 유량의 1/4을 처리하는 용량을 가지고 있다. 교환탑 1계열은 대기상태로 유

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

지된다. 그 결과 모든 발전소 운전모드 동안 계통은 공정처리 능력의 감소없이 연속 운전을 유지할 수 있다.

운전중인 교환탑의 수지가 소모됐을 때 예비 교환탑은 세정되고 난 후 운전된다. 그리고 소모된 수지가 들어 있는 교환탑이 운전에서 제거된다. 소모된 수지는 운전에서 제거된 후 교환탑에서 수지를 재생하는 외부 재생부속계통으로 이송된다. 수지혼합 및 저장탱크/양이온재생 및 저장탱크에 저장되어 있는 이미 재생된 예비 수지는 세정되고 난 후 빈 교환탑으로 이송되어 예비상태에 놓인다. 소모된 수지는 재생된 후에 다른 탈염탑 수지가 소모됐을 때 사용되기 위해 수지혼합 및 저장탱크/양이온재생 및 저장탱크로 이송된다. 상기의 반복적인 공정을 수지이송운전 동안만 제외하고 예비 교환탑이 항상 이용 가능하도록 되어 있다. 또한 공정은 재생약품이 급수계열로 유입될 가능성을 최소화시키도록 되어 있다.

양이온과 혼합상 이온 교환탑에 별도의 재생 탱크가 설치되어 있다. 양이온 교환탑의 재생부속계통은 2개의 양이온 재생 및 저장 탱크로 구성된다.

혼합상 탈염탑 재생부속계통은 수지분리 및 양이온 재생 탱크, 음이온 재생 탱크, 수지 혼합 및 저장탱크, 중간수지 저장탱크를 포함하는 4개의 용기로 구성된다.

재생절차는 운전자의 수동조작으로 시작한 후 자동이다. 또한 재생부속계통은 황산과 가성소다 저장 설비, 희석수 공급, 고온수 탱크 그리고 각 탈염탑의 상태뿐만 아니라 재생공정을 감시하는 제어반을 포함한다.

재생폐기물은 복수 탈염 배수조로 배출되고, 폐수 처리를 위해 화학 폐수 수집조를 거쳐 중합폐수처리장으로 이송된다. 복수탈염설비 배수조 폐기물의 방사능 수준이 규정치를 넘으면, 폐기물은 복수탈염계통의 화학약품 저장탱크에서 주입되는 가성소다 또는 황산으로 화학폐수 수집조에서 중화 (pH 5.8-8.6)가 완료된 후 액체방사성폐기물계통으로 이송된다. 폐

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

기물의 pH는 폐기물이 고체방사성폐기물계통의 농축탱크로 이송되기 전에 액체방사성폐기물 계통의 고 총용해고체탱크, 증발기공급탱크 및 증발기에서 제어된다.

10.4.6.2.2 기기 설명

10.4.6.2.2.1 개요

계통의 모든 용기와 재생탱크는 용기 내부를 정기적으로 검사할 수 있도록 맨홀이 갖추어진다. 또한 용기는 발전소 운전원이 수지의 수준 및 경계를 확인할 수 있도록 충분한 수의 투시창을 갖추고 있다.

재생 기기를 제외한 모든 용기와 배관의 최대 설계압력은 복수펌프의 체절 수두이다. 용기내부는 차압으로서 이 수두를 견딜 수 있다.

10.4.6.2.2.2 양이온 교환탑

5개의 양이온 교환탑 각각은 전 복수 유량의 25%를 처리하는 능력을 갖추고 있다. 용기의 주 기능은 복수에서 암모니아를 제거하고 일차 여과 기능을 수행하는 것이다.

용기는 탄소강으로 제작되고 3/16 인치 (4.76 mm) 고무로 라이닝 된다.

10.4.6.2.2.3 혼합상 이온 교환탑

혼합상 이온 교환탑은 염화물 이온을 포함해서 이온 불순물을 제거하고 추가적인 여과 기능을 수행한다. 용기는 탄소강으로 제작되고 용기내부는 3/16 인치 (4.76 mm) 고무로 라이닝 된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.6.2.2.4 양이온 재생 및 저장탱크

양이온재생 및 저장탱크는 양이온 교환탑에서 소모된 수지를 수집하고, 그것을 황산으로 재생한다. 양이온재생 및 저장탱크는 재생된 양이온 수지가 예비 양이온 교환탑으로 이송될 때까지 그 수지를 저장한다. 용기는 탄소강으로 제작되고 용기내부는 3/16 인치 (4.76 mm) 고무로 라이닝 된다.

10.4.6.2.2.5 혼합상 이온 재생탱크

여기에 포함된 탱크는 수지 분리 및 양이온 재생탱크, 음이온 재생탱크, 수지혼합 및 저장 탱크, 수지 중간저장탱크 이다. 용기는 탄소강으로 제작되고 용기내부는 3/16 인치 (4.76 mm) 고무로 라이닝 된다.

10.4.6.2.2.6 황산과 가성소다 저장 및 공급계통

계통은 황산 및 가성소다 저장탱크, 일일탱크 및 화학약품 계량펌프로 구성된다. 고온 수탱크가 가성소다 희석수를 공급하기 위해 설치된다.

재생기간 동안 화학약품 계량펌프는 자동제어계통에서 결정된 정확한 양의 약품을 일일 탱크에서 양이온과 음이온 재생탱크로 이송시킨다. 일일탱크 수위가 낮으면 화학약품이 대량저장탱크에서 일일탱크로 중력에 의해 공급된다. 재생약품은 재생탱크에 주입되기 전에 약 5% 질량농도로 희석된다.

황산과 가성소다 일일탱크는 양이온 교환탑 및 혼합상 이온 교환탑의 완벽한 2회 재생 기준으로 크기가 결정된다. 황산과 가성소다 저장탱크는 예상 재생주기에 기초한 최소 30 일분 저장을 기준으로 크기가 결정된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.6.2.2.7 시료채취계통

시료채취계통은 탈염탑에서 유출되는 탈염수의 화학성분을 감시하기 위해 제공된다. 시료채취계통은 양이온 전도도, 비전도도, 나트륨 및 pH 측정을 위한 계기를 갖춘 시료 배수대와 실험실용 시료채취 설비를 포함한다.

10.4.6.3 안전성 평가

복수탈염계통은 비 안전성 관련계통이며 발전소의 안전정지에 필요하지 않다.

10.4.6.4 시험 및 검사

모든 기기는 적용되는 장비의 규격서 및 코드에 따라서 검사 및 시험된다. 기기 제작자의 권고사항과 발전소의 관례는 필요한 유지관리사항을 결정하는데 고려된다.

10.4.6.5 계측설비

현장제어반이 복수탈염계통을 감시하고 제어하기 위해 제공된다. 황산 및 가성소다 계량 펌프는 이 제어반에서 제어되며, 자동제어계통에서 설정된 정확한 양의 약품을 일일 탱크에서 재생탱크로 이송시킨다. 황산과 가성소다 희석수 유량은 현장에서 지시된다. 재생약품 농축에 의한 고/저 전도도는 현장제어반에 경보를 발생시킨다. 황산 및 가성소다 일일탱크의 저수위는 각 계량펌프를 비상정지시키며 어느 한 탱크의 저수위는 현장제어반에 경보를 발생시킨다. 양이온 및 혼합상 이온 교환탑에 대해 압력계, 차압계, 유량계 및 적산유량계가 현장제어반에 제공된다.

양이온 및 혼합상 이온 교환탑 용기를 통과하는 전 복수유량은 현장제어반에 지시된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

양이온 또는 혼합상 이온 교환탑의 높은 차압에도 경보가 제공된다. 양이온 교환탑과 혼합상 이온 교환탑 용기의 출구 전도도, 나트륨 및 pH는 시료배수대에서 감시된다. 염소는 실험실용 시료채취에 의해서 감시될 수 있다.

양이온 또는 혼합상 이온 교환탑 용기는 양이온 또는 혼합상 이온 교환탑 용기에서 나오는 높은 전도도 신호에 의해서 예비 모드로 전환된다. 각각의 이온 교환탑 용기는 유출수의 불순물 농도 또는 차압이 규정된 제한치를 초과했을 때 설정된 유량을 처리한 후에 수동으로 운전에서 제거된다.

계통 고장경보는 주제어반에 제공되어 발전소 운전원에게 비정상 상태를 알리게 된다.

10.4.7 복수 및 급수계통

복수 및 급수계통은 가열된 급수를 증기발생기에 공급한다. 복수 및 급수계통은 발전소 기동 및 정상 운전시에 증기발생기내에 적당한 급수량을 유지시킬수 있다. 복수저장설비는 9.2.6절에 기술되어 있다.

10.4.7.1 설계기준

10.4.7.1.1 안전설계기준

복수 및 급수계통은 다음의 기준을 만족시키도록 설계된다.

- 가. 급수계통 배관 파단 사고가 원자로냉각재압력경계에 최소한의 영향을 주도록 설계된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

- 나. 급수계통은 급수 공급 배관의 파단 사고가 원자로의 안전정지를 방해하지 않도록 설계된다.
- 다. 주급수 격리밸브를 포함한 격리밸브실 내의 배관에서부터 증기발생기 입구 노즐까지의 배관은 안전정지진동의 영향을 견디도록 설계된다.
- 라. 안전성 관련 기기 및 배관은 고에너지 및 중에너지 배관 파단, 타격 및 분사 충돌 (jet impingement)의 영향에 대해 보호되도록 설치, 설계되어야 한다.
- 마. 복수 및 급수계통은 태풍, 홍수 및 지진등과 같은 유해 환경 사고가 계통의 안전 기능을 저해하지 않도록 설계 되어야 한다.
- 바. 계통에 공급되는 소외전원상실이 원자로의 안전정지를 방해하지 않아야 한다.
- 사. 급수계통은 수격 현상의 발생을 억제하고 그 영향을 감소시키도록 설계되어야 한다.

10.4.7.1.2 출력운전 설계기준

복수 및 급수계통은 다음의 기준을 만족시키도록 설계된다.

- 가. 복수 및 급수계통은 증기발생기 배수 혹은 건식 휴관후 재충수를 포함한 모든 운전 기간중에 증기발생기에 요구되는 온도 및 압력으로 급수를 공급하도록 설계된다.
- 나. 추기 배관 및 급수 가열기는 주터빈으로의 물의 유입 가능성을 최소화하고 추기계통에 함유된 에너지에 의한 터빈 과속을 제한하도록 설계된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.7.2 계통 설명

복수 및 급수계통은 배관, 밸브, 펌프, 열교환기, 제어, 계측 및 재생 급수 가열을 이용한 폐쇄 증기 사이클에서 가열된 급수를 증기발생기에 공급하는 관련 기기들로 구성된다. 그림 10.4-4은 복수 및 급수계통을 나타낸다. 복수 및 급수계통의 일부분, 즉 주급수 격리밸브를 포함한 격리밸브실 내의 배관에서부터 증기발생기 입구 노즐 사이의 급수계통은 안전성 관련 부분으로 ASME 코드 Sec. III, Class 2 기기의 요건에 따라 설계된다.

위 부분을 제외한 복수 및 급수계통은 비 안전성 관련으로 ASME B31.1에 따라 설계된다.

주 복수기 온수조의 보충수는 복수저장탱크에서 공급된다. 복수저장 및 이송계통은 9.2.6 절에 기술되어 있다.

복수펌프는 주복수기 온수조에서 복수를 흡입하여 탈기기로 공급한다. 복수펌프는 공통 입출구 모관에 3대의 전동기 구동, 50%용량의 원심 펌프로 구성되어, 정상운전시 2대의 펌프가 운전되며 1대의 복수펌프 비상 정지시에 대기 펌프가 자동으로 기동한다. 복수펌프는 주복수기 온수조에서 복수를 흡입하여 복수정화계통, 증기식 공기추출기 중간 및 후단 냉각기, 증기 패킹 배출기 및 저압 급수 가열기를 통해 탈기기 및 탈기기 저장탱크로 복수를 공급한다. 1번 및 2번 저압 급수가열기는 주복수기 목(neck) 안에 설치되며, 3번 가열기는 가열기 베이에 수평으로 설치된다. 탈기기를 제외한 모든 저압 급수가열기는 폐쇄형으로 일체형 배수 냉각기를 가지고 있으며 4번 저압 급수 가열기는 직접 접촉식 탈기형 급수가열기이다.

1,2 및 3단 저압 급수가열기는 3개의 저압 급수가열기 계열로 배열되며 이들 저압 급수가열기 계열에는 전동기구동 차단밸브가 설치된다.

3번 저압 급수가열기 셀의 배수는 2번 및 1번 저압 급수가열기 셀을 통해 주복수기로 보내

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

진다. 또한 각 저압 급수가열기는 주복수기로 직접 배수할수 있는 비상 배수관을 가지고 있다.

주복수기로 부터 저압 급수가열기 및 탈기기를 통과한 복수는 급수승압펌프로 보내어 진다.

급수계통은 3대의 65% 용량 급수승압펌프, 3대의 65 %용량 급수펌프 및 3단의 고압 급수가열기로 구성된다. 정상 운전시에 2대의 급수승압펌프는 탈기기 저장탱크에서 급수를 흡입하여 2대의 급수펌프로 배출하며, 급수펌프는 3단의 고압 급수가열기를 거쳐 2대의 증기 발생기로 급수를 공급한다. 모든 급수 승압 펌프 및 1대의 급수 펌프는 전동기로 구동되며 그외 2대의 급수펌프는 터빈으로 구동된다. 또한 모든 급수펌프는 각각 독립적인 변속 제어설비를 갖추고 있다. 급수펌프 터빈을 구동하기 위한 증기는 저부하시 및 급수펌프 1대 운전과 같은 과부하시에는 주증기 모관, 정상 운전시에는 고온 재열 라인에서 공급된다.

고압 급수 및 배수 계열

고압 급수가열기는 일체형 배수 냉각기를 가지고 있으며 2대의 병렬 계열로 배열된다. 7번 고압 급수가열기 셀의 배수는 6번, 5번 고압 급수가열기 셀 그리고 탈기기 저장 탱크로 보내어 진다. 고압 급수가열기의 배수를 주복수기로 직접 보낼 수 있는 비상 배수 라인이 설치된다.

고압 급수가열기 계열을 운전에서 격리하기 위한 격리 및 우회밸브가 고압 급수가열기 계열에 설치되어 있으며, 하나의 계열이 격리되었을 경우에도 계통의 운전성이 유지된다. 발전소 기동 및 정지시에 전동기구동 기동 급수펌프는 증기발생기로 급수를 공급한다. 기동급수펌프 및 관련 제어밸브는 적은 양의 급수가 요구되는 발전소 기동, 정지 및 고온대기시에 증기발생기 수위를 운전원이 쉽게 조절할수 있도록 저출력 운전시 증기발생기로 급수를 공급한다. 또한 기동급수펌프는 증기발생기 휴관처리 조건시 증기발생기 충수에 사용할 수 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

정상운전시 증기발생기로 공급되는 급수량은 이코노마이저 급수 라인 및 하향유로 (down comer) 급수라인에 설치된 2개의 급수제어밸브에 의해 조절되며, 급수제어밸브의 위치 및 급수 펌프의 속도는 급수제어계통에 의해 조절된다.

주급수 격리밸브는 주증기관 파단사고, 급수관 파단사고, 냉각재상실사고에 증기발생기와 급수계통을 격리하며, 급수배관 파단사고시 격납건물로부터의 방사능 유출 가능성을 제거한다.

복수, 급수 및 기동 급수펌프가 충분한 유량에서 운전되어 펌프의 손상을 막도록 해당 펌프에 최소 재순환유량제어계통이 설치된다.

10.4.7.3 안전성 평가

- 가. 급수배관은 급수배관 파단사고시에 파단사고로 인한 원자로냉각재압력경계의 손상을 막기 위해 필요한 범위까지 분리되거나 제한된다. 본 내용은 3.6절에 상세히 기술되어 있다.
- 나. 급수배관은 급수배관의 파단이 원자로의 안전정지를 저해하지 않도록 설계된다. 본 내용은 3.6절에 기술되어 있다.
- 다. 주급수 격리밸브 및 주급수 격리밸브와 증기발생기 사이의 배관은 3.7절 및 3.9절에 기술된 요건에 따라 내진범주 I 기준을 만족하도록 설계된다.
- 라. 기기 및 배관은 3.6절에 언급된 고에너지 및 중에너지 배관 파단의 영향에 대해 보호되도록 설계된다.
- 마. 유해 환경 조건이 계통의 안전성 관련 부분의 안전 기능을 저해하지 않는다. 바

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

람 및 태풍에 의한 하중은 3.3절, 홍수설계는 3.4절, 내진설계는 3.7절, 기계식 기기의 환경설계는 3.11절에 기술되어 있다.

바. 소외전원의 상실이 7.4절 및 8.3절에 기술된 바와 같이 원자로의 안전정지를 방해하지 않는다.

사. 급수계통은 3.9절에 기술된 요건에 따라 수격 현상의 발생을 막고 그 영향을 최소화하도록 설계된다.

10.4.7.4 시험 및 검사

주급수 격리밸브를 포함한 격리밸브실 내의 배관에서부터 증기발생기 입구노즐 사이의 ASME 코드 Sec. III, Class 2 배관은 ASME 코드 Sec. III 및 XI에 따라 시험 검사한다.

주복수기 온수조와 주증기격리밸브실 입구 사이의 배관은 ASME B31.1의 136 및 137절에 따라 검사 및 시험한다. ASME 코드 Sec. III, Class 2 밸브는 ASME 코드 Sec. XI, Subsec. III에 따라 가동중에 주기적으로 작동 및 누설검사를 한다.

급수가열기, 탈기기 저장탱크, 펌프 및 밸브는 적용되는 코드에 따라 제작소에서 수압 검사를 하며, 급수가열기 튜브의 연결부는 제작소에서 누설검사를 한다. 최초 발전소가동전에 전체 복수 및 급수계통에 대해 적용되는 코드에 따라 현장 수압 검사 및 시험을 실시한다. 또한 주기적인 계통의 검사 및 시험이 계획된 보수정지 기간중에 실시된다. ASME 코드 Sec III class에 해당되지 않는 기기의 가동중 검사는 고장의 지시가 없으면 필요없다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

10.4.7.5 계측설비

급수펌프, 급수승압펌프, 기동 급수펌프와 복수펌프는 주제어반(MCB)에서 제어되고 지시된다. 급수펌프, 급수승압펌프와 기동급수펌프의 '저' 유효 흡입 압력, 급수펌프 출구 모관의 '고' 압력 발생시 경보가 발생된다. 펌프 손상을 방지하기 위해 최소 펌프 유량(재순환 계통)을 유지시키기 위한 제어설비가 설치된다. 가동중인 2대의 복수펌프중 하나가 불시 정지하게 되면 대기중인 복수펌프가 자동으로 기동된다.

주급수 총 유량이 설계유량의 140%를 초과했을 때는 모터구동 주급수펌프는 정지되며 1 다음의 신호 중 어느 하나에 의해서도 동작중인 주급수 펌프가 자동으로 정지한다.

- 가. 연관된 급수승압 펌프의 '저-저' 유효흡입수두
- 나. 주중기 격리신호
- 다. 연관된 급수 승압펌프 이상정지
- 라. 펌프 배출밸브 닫힘
- 마. 급수펌프 출구 공통수두압 '고-고' (3 중 2)
- 바. 터빈 동작 급수펌프 보호를 위한 급수 펌프 터빈 이상정지 신호
- 사. 전기적 보호신호 (모터 동작펌프) 또는
- 아. 윤활유 압력 '저-저'

급수 유량, 복수 유량, 주중기 유량, 중기 발생기의 수위는 주제어반에 지시된다. 중기 발생기 수위는 주제어반에 지시된다. 중기발생기의 '고' 및 '저' 수위시에는 주제어실에 경보가 발생한다. 중기발생기의 수위, 급수 유량 및 주중기 유량 신호는 급수제어계통에 입력되어 펌프의 속도와 급수 제어밸브 위치를 조절함으로써 계통 요구 사항을 충족하는 급수 유량을 조절한다. 다음의 경보신호 급수제어계통으로부터 소내 경보계통 또는 소내 전산기로 입력된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

- 가. 원자로 이상정지 신호 오버라이드
- 나. 증기발생기 고수위 신호 오버라이드
- 다. 증기발생기 고/저 수위
- 라. 증기발생기 수위채널 편차
- 마. 급수제어계통 테스트

주급수 격리밸브는 주제어반에 설치된 제어스위치로 수동으로 열고 닫을 수 있다. 이 밸브들은 공학적안전설비작동계통 (ESFAS)에서 발생하는 주증기 격리신호에 따라 자동으로 닫힌다.

밸브 제어압력 '저' 나 각 주급수 격리밸브의 유압저수조 (Hydraulic Reservoir) 수위 '저' 는 주제어반에 경보된다.

복수 및 급수계통의 제고수는 복수저장탱크로 복수를 자동으로 보충 및 주입시킴으로써 유지된다. 이 보충 및 주입은 복수기 집수정 수위제어기에 의해서 제어된다.

이 계통의 수질은 복수계통에 암모니아나 하이드라진을 주입시킴으로써 유지하는데 암모니아 및 하이드라진 주입은 시료채취계통에서 감시되는 비전도도나 계통내 하이드라진 잉여분에 따라 조절된다.

10.4.8 증기발생기취출계통

증기발생기취출계통은 급수계통의 화학약품 주입설비 및 복수탈염기계통과 연계하여 급수의 화학적성분을 조절하고 불순물을 제거하는데 사용된다. 본 계통은 플래시탱크를 사용하여 탱크내 증기를 고압가열기로 이송하고, 응축수의 열을 복수계통으로 전달함으로써 취출수의 열을 재생할 수 있도록 설계되어 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.8.1 설계기준

발전소 모든 운전모드 동안 자동으로 폐쇄 가능한 격납건물 격리밸브를 포함하여 증기발생기 취출 지점에서 주증기 격리밸브실까지의 모든 계통 배관, 밸브 및 증기발생기 셀측 압력경계는 안전성 관련 및 품질등급 B로 설계되며, 그 밖의 배관, 밸브, 열교환기, 탱크, 여과기, 탈염기 및 기타 설비는 비안전성 관련 및 품질등급 D로 설계되어야 한다.

증기발생기취출계통은 배출수의 화학적 순도를 2차측 수질 제한치 이내로 유지할 수 있도록 설계하여야 한다. 증기발생기 2차측 수질요건을 유지하기 위해서 발전소 정상운전중에 각각의 증기발생기로부터 연속 취출운전을 한다. 복수기 누수 사고시 취출유량을 증가시켜 2차측 급수내에 용해된 나트륨의 농도를 감소시킨다.

증기발생기취출계통은 연속취출 운전시 각 증기발생기에서 63,600 lbm/hr (28,850 kg/hr)의 유량을 취출하여 처리할 수 있으며, 2대의 증기발생기에서 총 127,200 lbm/hr (57,700 kg/hr)의 유량을 처리할 수 있는 용량을 가진다. 계통용량은 1대의 증기발생기에서 연속취출운전 (63,600 lbm/hr, 28,850 kg/hr) 및 다른 1 대의 증기발생기에서 고유량 취출운전을 동시에 할 수 있도록 설계되어야 한다.

계통배관은 포화증기 및 이상유체의 처리에 적합한 재질로 제작되어야 한다. 계통의 모든 용기 및 탱크는 ASME 코드 Sec. VIII 절의 요건에 따라 제작되어야 한다. 안전성관련 계통배관은 ASME 코드 III 절, 2등급의 요건에 따라 제작되며 그 이외의 배관은 ASME B 31.1의 요건에 따라 제작되어야 한다. 증기발생기취출계통의 열교환기는 TEMA 코드에 따라 제작되어야 한다.

증기발생기취출계통은 설계기준 핵연료 손상과 동시에 증기발생기의 1차측에서 2차측으로의 설계기준 전열관 파단누설이 발생했을 때, 증기발생기 2차측 용수의 방사선 준위를 90 % 수준까지 낮출 수 있도록 설계한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

1차측으로부터 2차측으로의 전열관 파단누설 사고시, 손상이 안된 증기발생기는 정상운전 범주로 취출량을 유지하며, 반면에 손상된 증기발생기는 2차측 방사능 준위를 운영기슬지침서 제한치 이하로 유지하기 위해 취출량을 증가시키도록 설계해야 한다.

주기적인 고유량 취출 운전으로 증기발생기 관판에 축적된 찌꺼기를 제거함으로 2차측수질을 좀 더 높이도록 한다.

본 계통은 취출수 열 에너지의 일부를 재생시켜 그것을 2차측 계통으로 환원시킬 수 있도록 설계되어야 한다.

증기발생기취출계통은 또한 증기발생기 습식 및 건식 휴관시 (layup) 증기발생기의 재순환, 정화, 배수, 재충전, 질소 공급, 화학 첨가제 추가 및 혼합 등을 할 수 있게 설계해야 한다.

10.4.8.2 계통 설명 및 운전

10.4.8.2 계통 설명 및 운전

10.4.8.2.1 개요

증기발생기취출계통의 배관 및 계장도는 그림 10.4-5와 같다. 본 계통은 취출계통과 습식휴관계통 등 2개의 부계통으로 되어 있다. 취출계통은 다시 2개의 연속 취출 트레인 과 1개의 고유량 취출 트레인으로 나누어져 있다. 이들 3개의 트레인은 여과기 및 탈염기들을 상호 공유한다. 습식휴관계통은 증기발생기당 1개씩 총 2개의 재순환 트레인으 로 구성되어 있다.

습식휴관계통은 취출계통의 여과기 및 탈염기를 공동으로 이용한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.8.2.2 기기 설명

10.4.8.2.2.1 증기발생기 취출수 재생 열교환기

증기발생기 취출수 재생 열교환기는 셀-튜브형 열교환기이다. 증기발생기로부터의 고온의 취출수는 셀측으로 흐르고, 복수 탈염기 후단부로부터 오는 복수는 취출수의 튜브측으로 흘러 열 에너지를 회수 재생하도록 되어 있다. 취출수온도는 복수의 유량을 조절함으로써 제어된다.

10.4.8.2.2.2 증기발생기 취출수 비 재생 열교환기

증기발생기 취출수 비 재생 열교환기는 셀-튜브형 열교환기이며, 셀측으로 흐르는 냉각수원으로 기기냉각수계통이 공급된다. 동 열교환기는 방사 화학처리를 위해 취출수의 온도를 낮추는 역할을 한다.

10.4.8.2.2.3 플래시탱크

플래시탱크는 1대의 고유량 취출수 플래시탱크와 2대의 연속 취출수 플래시탱크가 있다. 고유량 취출수 플래시탱크는 고유량 취출수를 수집하여 증기발생기 취출수 비재생 열교환기로 이송시킨다. 연속 취출수 플래시탱크는 연속 저유량의 취출수를 수집하여 증기발생기 취출수 재생열교환기로 보낸다.

플래시탱크들은 수위, 압력과 온도를 측정할 수 있는 계측기를 갖춘 수직 압력용기이다. 탱크 압력은 배기밸브로서 조절된다. 플래시탱크는 취출수용 노즐, 배기 압력 방출용 노즐, 배수용 노즐 및 계측기 연결노즐이 설치되어 있다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.8.2.2.4 고유량 취출수 이송펌프

원심형 고유량 취출수 이송펌프는 연속 취출수와 혼합하기 위해서 고유량 취출수 플래시 탱크로부터 증기발생기 취출수 비 재생 열교환기까지 고유량 취출수를 이송한다.

10.4.8.2.2.5 습식 휴관 재순환 펌프

원심형 습식 휴관 재순환 펌프는 증기발생기 2차측 용수를 여과하고 정화시키기 위해 재순환시킨다.

10.4.8.2.2.6 여과기

여과기는 2가지 유형으로, 하나는 탈염기가 막히지 않도록 입자들을 제거하는 탈염기 전단 여과기와 다른 하나는 복수계통속으로 빠져 나가는 수지 입자를 여과하기 위해 탈염기 후단부에 설치된 후단 여과기이다.

10.4.8.2.2.7 탈염기

증기발생기 취출수를 복수계통으로 이송시킬 수 있는 수질로 정화하기 위해 2대의 혼합상 탈염기가 관련배관, 밸브, 계측 및 제어장치와 함께 설치되는데 1대의 혼합상 탈염기가 가동되면 다른 탈염기는 대기상태에 있게 된다.

10.4.8.2.3 계통 운전

발전소 정상운전 동안, 연속 취출수유량은 각각의 증기발생기에 대해 12,700 lbm/hr (5,765 kg/hr), 총 25,400 lbm/hr (11,530 kg/hr)이 유지된다. 그러나, 증기발생기 수질이 지침요건을 초과할때는 연속취출수 유량을 각 증기발생기로부터 63,600 lbm/hr (28,870 kg/hr), 총

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 310
2013. 06. 05

127,200 lbm/hr (57,740 kg/hr)으로 증가시킬 수 있다. 고유량 취출 운전은 증기발생기 관판에 축적된 찌꺼기를 제거하기 위하여 각 증기발생기로부터 1,047,600 lbm/hr (475,183 kg/hr), 혹은 저온관이나 고온관을 통해서 최소 576,360 lbm/hr (261,433 kg/hr)의 유량을 추출하며, 일주일에 한번 또는 필요시 운전된다.

294 | 310

비 정상 취출은 고유량취출을 수반하며 증기발생기의 수질이 수화학 지침에 도달할 때까지 계속된다.

연속취출은 연속취출수 플래시탱크에 수집되며 탱크의 압력은 탱크배기관에 설치된 압력 조절밸브에 의하여 200 psig로 일정하게 유지된다. 탱크의 수위는 재생열교환기 후단에 위치한 수위조절 밸브에 의해 일정하게 유지된다. 연속취출수 플래시탱크에서 발생한 증기는 고압급수 가열기 (5A, 5B)로 배기시켜 열을 재생한다. 탱크내에 응축된 취출수는 재생 열교환기를 통과하면서 튜브를 통해 흐르는 복수계통에 열을 전달하고 가열된 복수는 탈기기로 보내진다. 재생 열교환기를 통해 흐르는 취출수의 온도는 복수계통에 설치된 조절밸브에 의해 복수계통의 유량을 조절함으로써 일정하게 (130°F, 54°C) 유지된다.

재생 열교환기를 통과한 취출수는 비재생 열교환기를 거치며, 셀측으로 흐르는 기기냉각수계통에 의해 추가로 냉각되나 별도의 온도제어 설비는 없다. 냉각된 취출수는 여과기 및 탈염기를 거쳐 복수기 (A 또는 C)로 이송된다.

2분동안 유지되는 고유량취출수는 고유량취출수 탱크에 수집되며 탱크의 압력은 탱크배기관에 설치된 압력조절밸브에 의해 185 psig로 일정하게 유지된다. 고유량취출수 유량은 유량조절밸브에 의해 조절된다. 고유량 취출 후 고유량 취출수 탱크는 5 psig까지 감압시킨 후에 고유량취출수 이동 펌프로서 취출수를 비재생 열교환기로 이송한다.

발전소를 장기간 운전정지시 증기발생기는 습식휴관 상태로 유지되며, 습식휴관 운전이 끝나면 증기발생기의 수위가 적정수위에 도달할 때까지 또는 요구되는 수질이 만족될때

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

까지 중력, 또는 습식휴관 재순환 펌프에 의해 폐수처리계통으로 배수시키도록 되어 있다. 증기발생기의 재충수는 급수계통을 이용하며, 급수계통이 사용될 수 없을 때에는 보조급수계통이 사용될 수 있다.

발전소 운전정지기간이 단기간일때는 질소기체를 이용하여 증기발생기를 건식휴관 상태로 유지시킨다.

증기발생기취출계통은 설계기준핵연료 손상과 동시에 증기발생기의 1차측에서 2차측으로의 설계기준 전열관 파단누설이 발생했을 때, 취출수의 방사능 준위를 90% 수준까지 감소시킬 수 있도록 설계되어 있다.

주북수기 세관 누설과 동시에 여과기나 탈염기의 하단부에서 고염소 농도가 감지되는 사고시 취출수를 폐수처리계통으로 방출할 수 있다.

(주) 한국수력원자력

10.4.8.3 안전성 평가

증기발생기취출계통의 격납건물 격리밸브는 격납건물 및 증기발생기의 건전성을 유지하기 위하여 주증기 격리신호, 보조급수 작동신호 또는 격납건물 격리신호에 의하여 자동으로 폐쇄되도록 되어 있다. 또한, 격납건물 외부에 설치된 격리밸브는 고유량취출수탱크의 고-고 수위, 연속취출수탱크의 고-고 수위, 또는 탈염기 하단부에서의 고방사선 준위신호에 의해 자동으로 격리된다.

증기발생기취출수계통중 격납건물 격리설비 및 증기발생기 2차측 압력경계를 이루는 계통의 배관 및 기기는 3.2절의 요건에 따라 내진범주 I 로 설계되어 있다. 취출수 배관에 대해서는 주증기 격리밸브실 관통벽의 앵커부분까지 내진범주 I 로 설계되어 있다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10.4.8.4 시험 및 검사

취출처리계통의 방사선 감시기에 대하여 정기적인 시험 및 재교정을 수행한다. 격납건물 격리밸브들은 기밀성 및 작동성을 점검하기 위해 정기적으로 시험을 수행한다. 모든 기기는 검사 보수를 위하여 접근 가능해야 하고, 필요에 따라 주기적인 육안검사 및 예방 보수를 실시한다.

10.4.8.5 계측설비

11.5절에서 기술된 바와 같이 후단여과기 출구에 방사선 감시설비가 설치된다. 각 연속 취출 플래쉬 탱크에 수위, 압력조절 기능이 제공된다. 방출배관에 위치한 연속 취출플래쉬 탱크 압력조절밸브는 열림으로 설정되어 있으며, 일정한 탱크 압력을 유지한다. 재생열교환기 후단에 위치한 수위조절 밸브는 플래쉬 탱크 수위를 유지한다.

고유량 취출 플래시 탱크 방출배관의 압력 조절밸브는 고유량 취출을 하는동안 이 탱크의 압력을 일정하게 유지한다. 고유량 취출후 탱크 압력이 5 psig (0.35 kg/Cm²)에 이를 때까지 압력조절 밸브의 설정 압력을 5 psig (0.35 kg/Cm²)씩 현장제어 반에서 단계적으로 조정함으로써 탱크압력을 점차적으로 낮춘다.

고유량 취출 펌프는 고유량 취출 유량제어밸브와 연동되어 두개의 입력 유량 제어밸브 중 하나가 열리거나, 고유량 취출 플래쉬 탱크수위가 '저'일때, 또는 고유량 취출 플래쉬 탱크 압력이 10 psig (0.70 kg/Cm²)이상 일때 펌프는 기동할 수 없게 된다.

취출배관의 잠재적인 고장, 또는 연속 취출수 플래시 탱크 제어 이상 등을 운전원에게 알리기 위하여 재생 열교환기의 출구 및 증기 배기관의 '고' 유량 또는 저 유량 경보가 주제어반에 설치된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

열 교환기의 잠재적인 고장을 운전원에게 알리기 위하여 재생 열교환기 출구의 고온 경보가 주제어반에 설치된다. 인입구 취출수온도 '고'를 알리기 위한 혼상 탈염기 입구 온도 '고'가 주제어반에 경보된다.

연속 취출수 플래쉬탱크 '고-고', '고' 그리고 '저' 수위경보 및 고유량 취출 플래쉬탱크의 '고-고' 수위 경보가 연속 취출 및 고용량 취출 플래쉬탱크의 잠재적인 고장을 운전원에게 전달하기 위해서 주제어실에 설치된다. 또한, 고유량 취출플래쉬탱크의 '고' 및 '저' 수위가 현장제어반에 경보된다.

10.4.9 보조급수계통

보조급수계통은 주급수계통이 사고로 인해 급수를 공급하지 못할 때, 발전소 고온대기 상태와 정지냉각계통이 기동하는 시점까지의 원자로냉각기간 동안 증기발생기로 급수를 공급한다.

10.4.9.1 설계기준

보조급수계통은 주급수 상실사고시 증기발생기에 적절한 냉각수를 공급하는 기능을 갖고 있다. 각각의 증기발생기에 보조급수를 공급하기 위해 설계된 각 보조급수계통의 부속 계통은 정지냉각계통이 운전되는 온도 및 압력까지 발전소를 안전하게 냉각시킬 수 있는 충분한 보조급수를 공급한다. 대기로 방출되는 증기량과 냉각 기간 동안의 수축을 고려하여 증기발생기 (1대 또는 2대)에 공급하여야 하는 총 보조급수 유량은 300,000 gal. (1,135.6 m³) 이다.

보조급수계통은 보조급수펌프 흡입측으로부터 전동기구동 보조급수 격리밸브 전단까지 내진범주 I, 품질그룹 C이며, 보조급수 격리밸브부터 하류 방향으로 역류방지밸브까지의 배관 및 밸브류는 품질그룹 B가 적용된다. 발전소 비상운전시, 보조급수펌프는 내진범

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

주 1, 품질그룹 C인 복수저장탱크에서 흡입을 취하며, 복수저장탱크로 연결된 재순환계통이 있다 (그림 9.2-6 참조). 또한, 보조급수계통은 내진범주 III, 품질그룹 D인 탈염수계통 및 원수계통으로부터 냉각수를 대체 공급받을 수 있도록 설계된다.

10.4.9.2 계통 설명

보조급수계통은 독립된 2개의 부속 계통으로 구성되며, 각 부속 계통은 소내 비상전력계통 (비상디젤발전기)으로부터 동력을 보조받는 전동기구동 펌프와 주증기 계통에서 공급되는 증기로 구동되는 증기터빈구동 펌프로 구성된다. 각 부속 계통은 해당 증기발생기에 급수를 공급할 수 있도록 설계되며, 보조급수계통내의 단일고장 (표 10.4-3 참조)과 동시에 주급수관 혹은 주증기관 파단 사고시에도 건전한 증기발생기로 적절한 급수를 공급할 수 있도록 설계된다. 본 계통의 기기 다중성, 유로, 안전등급, 품질등급, 주배관 치수 및 계통 운전 개념은 그림 10.4-6과 같다.

그림 10.4-6 보조급수계통 구성도

보조급수계통은 발전소 비상운전시 원자로냉각재계통을 냉각시키기 위해 증기발생기로 급수를 공급할 수 있도록 다양하고 다중적인 계통을 구성하고 있으며, 또한 본 계통내 단일기기 고장과 동시에 발생할 수 있는 증기발생기 1대와 연결된 급수 배관 가상파단을 가정하여 안전 관련 기능을 수행할 수 있다. 최소 유량은 다음의 사고 운전 상태를 가정하여 공급되도록 한다.

가. 정상 급수 상실 상태

나. 소외전력공급 유무에 상관없이 발생할 수 있는 2차 계통의 부분 배관 파단, 혹은 밸브 파열 사고와 보조급수계열에서의 가장 제한적인 단일고장 상태

다. 소외전력공급 유무에 상관없이 발생 가능한 증기발생기 전열관 파단과 보조급수계열에서의 가장 제한적인 단일고장 상태

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

라. 소외전력공급 유무에 상관없이 발생 가능한 2차 계통의 주요 배관 파단과 보조급수계열에서의 가장 제한적인 단일고장 상태

마. 소외전원 및 소내교류전원 상실을 유발시키는 모든 사고 발생 상태

바. 소외전력공급 유무에 상관없이 발생 가능한 소형 냉각재상실사고와 보조급수 계열에서의 가장 제한적인 단일고장 상태

과도 혹은 사고상태 기간 동안 보조급수계통은 다음과 같이 최소한 요구되는 급수 유량을 공급할 수 있도록 설계된다.

가. 2차측 배관 파단 미 발생시

소외전력상실 및 보조급수계통 내에서의 최악의 단일고장을 가정하여, 단일 증기발생기에 연속적으로 공급되어야 할 총 보조급수 유량은 증기발생기 압력이 1,270 psia (89.3 kg/cm²A)일 때 500 gpm (1.89 m³/min) 이상이며, 양쪽 증기발생기에서 보조급수를 요구하는 경우의 총 보조급수 유량도 상기와 동일하다. 단일 증기발생기에 공급되어야 할 최대 보조급수 유량은 증기발생기 압력이 1,270 psia (89.3 kg/cm²A)일 때 800 gpm (3.03 m³/min) 이다.

나. 2차측 배관 파단 발생시

손상되지 않은 증기발생기에 공급되어야 할 최소 유량은 증기발생기 압력이 1,270 psia (89.3 kg/cm²A)에서 500 gpm (1.89 m³/min) 이상이다. 상기 사항은 소외전력상실과 보조급수계통 내의 최악의 단일고장이 일어났을 때를 가정한 것이다. 단일 증기발생기에 공급되어야 할 최대 유량은 보조급수계통

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

(증기발생기 압력은 파단 지점에 따라 대기압 혹은 격납건물 압력임)의 최대 토출 (run out) 조건에서 800 gpm (3.03 m³/min) 이하이다.

사고후 운전원의 조치없이 보조급수 작동신호에 의하여 보조급수계통은 자동으로 기동된다. 보조급수펌프의 자동 작동은 7.3 및 7.7절에 기술되어 있다. 수동 작동 수단도 또한 설비되어 있다. 복수저장탱크는 평상시 보조급수펌프에 급수를 공급할 수 있도록 배열되어 있다.

보조급수계통은 소외전력 유무에 관계없이 보조급수 작동신호를 받으면 45초 이내에 증기발생기에 자동으로 급수를 공급한다. 보조급수계통은 : 1) 손상되지 않은 증기발생기에는 보조급수 작동신호가 제거된 후 15초 이내에 자동적으로 보조급수 공급이 차단되고, 2) 증기발생기가 손상된 것으로 확인되었을 시는 30분 이내에 운전원에 의하여 수동으로 손상된 증기발생기에 보조급수 공급을 차단시킨다.

증기발생기에서 급수를 비등시키고, 발생한 증기를 주증기 대기방출밸브를 통하여 대기로 방출시킴으로써 원자로에서의 열을 제거시킨다. 주복수기가 이용 가능한 경우 증기를 터빈우회계통에 의하여 복수기로 방출시킬 수 있다. 원자로냉각재 온도 및 압력이 각각 350°F (177°C), 410 psia (28.8 kg/cm²A)로 떨어지면, 정지냉각계통으로 냉각 기능이 전환된다.

보조급수계통은 발전소 정상기동 및 정지시에 사용되지 않는다. 따라서 보조급수계통은 중에너지 배관계통으로 분류된다.

보조급수펌프 제원은 다음과 같다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

대 수	호기당 4대
형 식	수평식, 2대의 전동기 구동 ; 2대의 터빈구동
정격 용량 (대당)	최소 토출량을 제외하고 550 gpm (2.08 m ³ /min)
실양정	3,600 ft (1097 m)
제동 마력	1,100 hp (820 kW)

보조급수펌프 터빈에 공급되는 구동용 증기는 주증기계통의 주증기 격리밸브 전단에 있는 주 증기 배관에서 취한다. 주제어반과 원격정지반에는 보조급수 격리밸브 및 제어밸브용 제어 스위치가 있으며, 각 밸브들은 수동제어가 가능하다. 보조급수 제어밸브들은 닫힘/제어모드가 있고, 제어모드로 있을때에는 보조급수 제어밸브는 관련된 증기발생기 수위에 따라 제어되고, 또는 닫혀진다. 밸브 위치지시계는 주제어반과 원격정지반에 있다.

10.4.9.3 안전성 평가

10.4.9.3.1 보조급수 펌프 구동

보조급수펌프는 7.3절에 기술된 관련 보조급수 작동신호에 의하여 기동된다. 2대의 전동기구동 펌프는 비상디젤발전기로부터 비상전력이 공급된다. 전동기구동 밸브는 1E급 교류 혹은 직류전원이 공급된다. 다른 보조급수펌프들은 소내 및 소외교류전원상실시 보조급수를 공급할 수 있도록 증기터빈에 직접 연결되어 구동된다.

보조급수 작동신호는 관련 증기발생기에 보조급수를 공급하기 위하여 보조급수계통 조절 밸브 및 격리밸브를 정렬시킨다. 일단 증기발생기 수위가 회복되어, 보조급수 조절밸브와 격리밸브들이 닫혀 있어도 보조급수 펌프는 지속적으로 운전된다. 손상된 증기발생기에 보조급수 공급을 차단시키기 위해서는 운전원에 의하여 수동으로 손상된 증기발생기로 통하는 2개의 유로상에 설치된 보조급수 조절밸브와 격리밸브들중 하나씩을 각각 닫으면 된다.

각 증기발생기 공급 배관에 캐비테이팅 벤츄리가 설치되어 있어 보조급수펌프가 감압된

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

증기발생기에 의해 최대 토출 (runout flow) 조건이 되는 것을 방지하게 되어 있다.

보조급수는 급수 배관중 하향 유로 노즐을 통해 공급된다. 따라서 하향 유로 급수 배관은 증기발생기에 가열되지 않은 보조급수 유입으로 인한 수격 현상을 방지토록 설계된다.

NUREG-0718의 조치사항 II.E.1.1에 따른 보조급수계통의 평가는 부록 10A에서 기술된다.

10.4.9.4 시험 및 검사

각 보조급수펌프나 방출 배관을 포함하여 격납건물 격리밸브 전단까지는 ASME 코드sec. III, Class 3, 격납건물 격리밸브를 포함하여 잔여 배관에 대해서는 Class 2에 따라 수압 시험한다. 터빈 구동기는 출하전에 성능 시험, 급속 기동 시험, 과속 정지 시험을 실시한다. 모든 보조급수계통의 기기는 조립 완료후에 기능 시험을 실시한다. 보조급수계통은 발전 기간중 운영기술지침서에 규정된 주기에 따라 정기적인 성능 시험이 가능해야 한다. 시험 기간 동안 후비 급수 공급원은 주급수계통 또는 증기발생기를 오염시키기 때문에 허용되지 않는다.

10.4.9.5 계측설비

보조급수계통에 대한 계측 및 제어설비는 주제어반과 원격정지반에 설치된다.

주제어실 계측설비는 보조급수 유량, 온도, 펌프 흡입 및 토출 압력, 모터 구동펌프의 모터 전류, 증기발생기 수위, 모든 동력구동 밸브와 보조급수펌프의 상태 지시등을 겸한 제어용 수동 조작 스위치 같은 감시설비를 포함 한다. 원격정지반에는 상기 제어용 수동조작 스위치외에 전환스위치도 포함한다.

펌프의 흡입과 토출부에서의 저압력, 공급 보조급수 고온, 비정상펌프 진동 그리고, 펌프 기동 실패에 대한 경보가 주제어반에 설치된다. 그리고 보조급수계통의 동작 불능

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 295
2012. 08. 01

상태가 주제어반에 지시된다.

보조급수 제어기능의 상세한 논의는 7.3절에 기술되어 있다. 원격제어반에서 감시되는 제어지점 (control point)과 계통 매개 변수의 목록은 7.4절에 기술되어 있다. NUREG-0718의 II.E.1.2 개정 2에 따른 유량지시 및 보조급수계통의 자동기동은 7.3절에 기술되어 있다.

10.4.10 약품주입 및 취급계통

약품주입 및 취급계통은 모든 운전모드 및 운전정지상태에서 복수, 급수 및 증기발생기 내의 용존 산소 및 pH를 제어하기 위해 복수 및 급수계통에 하이드라진과 pH 제어제를 주입한다.

295

10.4.10.1 설계기준

약품주입 및 취급계통은 비 안전성 관련이다. 약품주입 및 취급계통은 복수 및 급수에 있는 용존산소를 제어하기 위해 필요한 양의 하이드라진을 복수에 연속적으로 주입시켜 10.3.5절에서 논의된 증기발생기 이차측 수질화학요건을 만족시킨다.

약품주입 및 취급계통은 복수 및 급수계통의 pH 조절을 위해 복수에 pH 제어제를 연속적으로 주입시켜 10.3.5절에서 논의된 증기발생기 이차측 수질화학 요건을 만족시킨다.

295

약품주입 및 취급계통은 발전소 정상운전 동안의 연속 주입외에 추가로 증기발생기 습식 보관시 증기발생기취출계통의 증기발생기 재순환 배관, 발전소 기동시 급수계통 배관, 보조급수펌프 작동시 보조급수계통 배관에 각각 하이드라진과 pH 제어제를 주입할 수 있다.

295

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 295
2012. 08. 01

10.4.10.2 계통 설명

하이드라진 주입계통은 대량 저장탱크 또는 드럼에서 고농도 하이드라진을 공급받는다. pH 제어제 주입계통은 대량 저장탱크에서 또는 드럼에서 고농도 pH 제어제를 공급받는다. 하이드라진과 pH 제어제에 필요한 희석수는 복수저장 및 이송계통으로부터 일일탱크에 공급된다.

복수계통에 필요한 pH 제어제 계량펌프는 급수의 전도도 및 복수유량에 의해 자동적으로 조절된다. 복수계통에 필요한 하이드라진 계량펌프는 급수의 잔류 하이드라진 농도 및 복수유량에 의해 자동적으로 조절된다.

295

pH 제어제와 하이드라진은 모두 복수탈염설비 하류의 주복수 유량 지점에 주입된다.

pH 제어제와 하이드라진은 증기발생기 습식보관이 필요할 때 각 증기발생기 재순환펌프 하류에 주입된다. 또한, pH 제어제와 하이드라진은 보조급수펌프 토출 모관에 주입될 수도 있다.

약품주입 및 취급계통의 배관 및 계장도는 그림 10.4-7에 나타나 있다.

10.4.10.3 안전성 평가

약품주입 및 취급계통은 비 안전성 관련 계통이고 발전소 안전정지에 필요하지 않다.

10.4.10.4 시험 및 검사

약품공급 및 취급계통은 주입계통과 화학약품탱크 수위 감지기의 적절한 기능을 확인하기 위해 발전소 기동 전에 점검된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

개정번호 295
2012. 08. 01

10.4.10.5 계측설비

약품주입계통의 수동 및 자동 제어를 위한 계측설비가 설치된다. 공정시료채취계통에 전도도 분석기와 잔류 하이드라진 분석기가 설치되어 수질을 감시하고 자동 모드 상태의 약품계량펌프에 신호를 제공한다.

자동으로 제어되는 pH 제어제 계량 펌프 및 하이드라진 계량 펌프는 pH 제어제와 하이드라진을 복수기로 공급한다. 동작되는 펌프에 대해서만 펌프행정제어 신호가 입력된다. 자동운전을 위한 제어신호는 시료채취계통에서 공급된다.

일일탱크의 약품이 '저', '저-저' 수위 이하로 내려가면, 수위스위치에 의해 펌프가 정지한다. '저', '저-저' 수위 경보는 현장제어반에 지시된다. 비정상상태를 발전소 운전원에게 알리기 위해서 계통 이상상태는 주제어실에 경고된다.

현장 및 원격경보가 성능을 감시하고 계통기기를 보호하기 위해 제공된다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.4-1

터빈축밀봉계통

<u>계통 구성</u>	<u>설 계 값</u>
증기밀봉 모관 압력	3 ~ 5 psig (0.21 ~ 0.35 kg/cm ²)
증기 패킹 배출기 진공도	3 ~ 5 in H ₂ O (76.2 ~ 127 mm H ₂ O)
증기 패킹 배출기 수량	1
블로우어 수량	2

Unit: psig, in H₂O, kg/cm², mm H₂O

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.4-2

터빈건물 설계기준 범람수위

<u>변 수</u>	<u>수 치</u>
최대 유입량 (815,000 gpm ≒ 6대 순환수펌프 x 135,000)	815,000 gpm (185,087 m ³ /hr)
배수로 길이	160 ft. (48.8 m)
배수로 높이	
흡입창내 수로 차단량 (%)	< 20
루브 개방 하부	100 ft 6 in.
루브 개방 상부	104 ft 6 in.
815,000 gpm* 제거하기 위한 수로의 범람 높이	< 3 ft 0 in. (0.9 m)
터빈건물부터 수로까지 물을 이송하기 위한 차등 범람높이	< 1 ft (0.3 m)
기준층 이상의 터빈건물 범람 높이 (El. 100'-6")	< 4 ft 0 in. (1.2 m)
터빈건물 설계기준 범람 준위	El. 104 ft 6 in (31.4 m)

* 160'수로에 대해 3'-0"의 범람수위는 1,150,000 gpm에서 유량에 대한 계산값이다.


울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10.4-3

보조급수계통 고장유형 및 영향평가

(초기사고 : 증기발생기에 인접한 급수배관의 파단)


<u>기</u> <u>기</u>	<u>고장유형</u>	<u>영</u> <u>향</u>
보조급수펌프	기동 및 혹은 작동 고장	4대 펌프 (계열당 2대) 설치됨. 남아 있는 3대의 펌프로 안전성 관련 기능 유지됨.
보조급수 역류방지 밸브	단힘불능 고장 (보조급수 공급배관 으로 급수 역누설)	각 보조급수 계열에 다중적인 역류 방지밸브가 있고 다중적으로 온도 감시를 함.
	열림불능 고장	(ANSI/ANS 58.9 해당안됨)
증기발생기로 통하는 보조급수 제어밸브 및 격리밸브	고장단힘	100% 4대 펌프 및 밸브가 설치됨. 1개의 제어밸브는 고장시 열림. 또한 격리밸브는 핸들에 의하여 열 수 있음.
	고장열림	격리밸브는 증기발생기 수위에 따른 사이클링 신호에 따라 조절됨.
보조급수 배관과 급수배관 연결지점 전단의 역류방지 밸브	단힘불능고장 (보조급수 공급배관 으로 급수 역누설)	다중의 역류방지 밸브가 있고 다중적으로 온도 감시를 함.
	열림불능고장	(ANSI/ANS 58.9 해당안됨)

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
복수기진동계통 배관 및 계장도	
그림 10.4-K2 중 1)	

ea673ae6-143b11081416

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개법으로 작성한 문서입니다.

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	복수기 진공계통 배관 및 계장도 그림 10.4-1 (2 중 2)

개정번호 174
2008. 10. 23

ea673ae6-143b11081416



한국수력원자력주식회사
울진3.4호기 최종안전성분석보고서

터빈축 밀봉계통 배관 및 계장도

그림 10.4-2

ae673ee6-143b11081416



한국수력 원자력주식회사
울진3,4호기 최종안전성분석보고서


순환수계통 배관 및 계장도

그림 10.4-3 (5 중 1)


개정번호 256
2011. 03. 22



ea673ae6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	순환수계통 배관 및 계장도 그림 10.4-3 (5 중 2)

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	순환수계통 배관 및 계장도 그림 10.4-3 (5 중 3)

개정번호 156
2008. 05. 15

ea673ee6-143b11081416




한국수력원자력주식회사
울진34호기 최종안전성분석보고서

순환수계통 배관 및 계장도

그림 104-3 (5 중 4)


ae673ae6-143b1081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	순환수계통 배관 및 계장도

개정번호 280
2011. 07. 18


그림 10.4-3 (5 중 5)

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
복수 및 급수계통 배관 및 계장도	
그림 10.4-4 (8 중 1)	

개정번호 279
2011. 06. 07


ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
복수 및 급수계통 배관 및 제장도	
그림 10.4-4 (8 중 2)	

개정번호 203
2009. 09. 21



ea673ae6-143b11081416



한국수력원자력주식회사


울진3,4호기 최종안전성분석보고서

복수 및 급수계통 배관 및 계장도

그림 10.4-4 (8 중 3)




ea673ae6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진34호기 최종안전성분석보고서
	복수 및 급수계통 배관 및 계장도 그림 104-4 (8 중 4)


개정번호 156
2008. 05. 15

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 윤진34호기 최종안전성분석보고서
	복수 및 급수계통 배관 및 계장도 그림 10.4-4 (8 중 5)


개정번호 156
2008. 05. 15

ea673ae6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
복수 및 급수계통 배관 및 계장도	
그림 10.4-4 (8 중 6)	


개정번호 215
2009. 12. 29

ea673ae6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
복수 및 급수계통 배관 및 계장도	
그림 10.4-4 (8 중 7)	

ea673ae6-143b11081416

개정번호 241
2010. 06. 15

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	복수 및 급수계통 배관 및 제장도 그림 10.4-4 (8 중 8)



ea673ee6-143b11081416




한국수력원자력주식회사
울진3,4호기 최종안전성분석보고서

중기 발생기 취출 계통 배관 및 계장도

그림 104-5 (3 중 1)

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
	증기 발생기 취출 계통 배관 및 계장도 그림 104-5 (3 중 2)

개정번호 281
2011. 07. 18




ea673ee6



1081416

ea673ee6-143b11081416


	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
증기발생기 취출제통 배관 및 계장도	
그림 10.4-5 (3 중 3)	

개정번호 156
2008. 05. 15



ea673ee6-143b11081416


ea673ae6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 물전3,4호기 최종안전성분석보고서
보조급수계통 배관 및 계장도	
그림 104-6	



ea673ae6-143b11081416

ea673ee6-143b11081416

	한국수력원자력주식회사 울진3,4호기 최종안전성분석보고서
약품주입 및 취급계통 배관 및 계장도	
그림 10.4-7	

부록 10A

보조급수계통 신뢰도 분석

한국수력원자력(주) (주)한국수력원자력

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

부록 10A - 보조급수계통 신뢰도 분석

목 차

		<u>페이지</u>
10A.1	<u>개 요</u>	10A-1
10A.1.1	배경	10A-1
10A.1.2	연구수행 범위	10A-1
10A.1.3	분석방법	10A-2
10A.1.4	분석 기준 및 가정 사항	10A-2
10A.2	<u>계통 설명</u>	10A-4
10A.2.1	보조급수계통의 기능과 일반 설명	10A-4
10A.2.2	계통 운전	10A-4
10A.2.3	시험 및 검사	10A-5
10A.2.4	계측 및 제어	10A-6
10A.2.5	구동력과 계통 종속성	10A-6
10A.2.6	운전제한조건 및 점검요구사항	10A-7
10A.3	<u>신뢰도 분석</u>	10A-7
10A.3.1	분석 방법	10A-7
10A.3.2	결과 및 결론	10A-8
10A.3.3	결과 설명	10A-9
10A.3.3.1	주급수상실과 원자로정지 (LMFW) 사고의 경우	10A-9
10A.3.3.2	소외전원상실에 따른 주급수상실과 원자로정지 (LOOP)	10A-11
10A.3.3.3	발전소정전사고에 따른 주급수상실과 원자로정지 (SBO)	10A-13
10A.4	<u>참고문헌</u>	10A-15

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 목 차

페이지

10A-1 보조급수계통 신뢰도분석 결과	10A-17
10A-2 LMFW 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-18
10A-3 LMFW 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-20
10A-4 LOOP 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-22
10A-5 LOOP 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-24
10A-6 SBO 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-26
10A-7 SBO 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-28
10A-8 LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-30
10A-9 LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-32
10A-10 LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-34
10A-11 LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-36
10A-12 SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)	10A-38
10A-13 SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)	10A-40
10A-14 정량화에 사용된 고장율 데이터	10A-42
10A-15 보조급수계통 신뢰도분석에 사용된 공통원인 변수	10A-55

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

그림 목차

- 10A-1 보조급수계통의 단순 배관 및 계장도
- 10A-2 울진 3,4호기 보조급수계통 신뢰도분석과 CE 핵증기공급계통을 채용한
다른 발전소의 보조급수계통 신뢰도분석과의 비교
- 10A-3 울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

제 10장 부속 10.A-iv

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

부록 10A - 보조급수계통 신뢰도분석

10A.1 개요

10A.1.1 배경

Three Mile Island 원자력발전소 사고와 관련한 많은 연구들은 보조급수계통이 그와 같은 사고를 완화하기 위한 가장 중요한 기능을 담당할 수 있다는 결과를 나타내었다. 따라서 1980년 3월 10일자의 NRC letter (참고자료 1) 와 NUREG-0718, 항목 II.E.1.1 은 NUREG-0635 (참고자료 3) 에 기술된 분석과 유사한 방법으로 주급수계통 상실시의 3가지 과도사건 조건하에서 보조급수계통의 신뢰도분석을 요구하였다.

10A.1.2 연구수행 범위

이 분석의 1차적 목적은 현재의 보조급수계통 설계가 NRC의 요구사항을 만족시킴을 나타내는 것이다. 현재 울진 3,4호기 보조급수계통의 설계 개념은 EPRI URD (참고자료 4) 의 내용을 따랐으며 영광 3,4호기 보조급수계통과의 주요 설계 변경사항은 다음과 같다.

- 1) 각각 100% 용량인 2대의 터빈구동펌프와 2대의 전동기구동펌프 사용함.
- 2) 각각 두개의 부계열로 구성된 두개의 계열로 분리함.
- 3) 계통 배열을 단순화하여 운전상의 복잡성을 감소함.

울진 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도분석은 다음과 같은 과도사건에 대해 수행하였다.

- 1) 주급수상실과 원자로정지 (LMFW)
- 2) 소외전원상실에 따른 주급수상실과 원자로정지 (LOOP)
- 3) 발전소정전사고에 따른 주급수상실과 원자로정지 (SBO)



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10A.1.3 분석 방법

이 분석은 고장수목의 구성 및 평가를 기본으로 한다. 모든 능동기기 및 단일 고장 피동기기를 포함하는 고장수목으로부터 최소단절집합을 구할 수 있다. 여기에는 공통원인 고장과 운전원오류도 포함된다. 고장수목분석 방법과 고장을 데이터는 참고자료 3, 5 및 6에 근거하여 수행되었다. 최소단절집합은 NUPRA 전산코드 (참고자료 7) 를 통해 파악되었다.

10A.1.4 분석 기준 및 가정사항

분석기준, 용어 정의 및 가정사항들은 다음과 같다.

1) 이용율 기준

주급수상실사고가 발생하는 경우 (소외전원상실사고의 발생 여부와는 관계없이), 보조급수계통의 운전 성공요건은 다음과 같다.

적어도 1대의 펌프 및 그와 관련된 부계열의 밸브들이 운전가능하고 1대의 증기발생기로 급수를 공급할 수 있어야 한다.

각 계열들은 100% 용량의 펌프를 포함한 2개의 부계열들로 구성된다. 보조급수펌프의 100% 용량은 증기발생기 수위를 정상상태로 유지하기 위한 최소한의 요구량 500 gpm ($1.89 \text{ m}^3/\text{min}$) 에 기초하여 결정되었다.

발전소 정전사고와 함께 발생하는 주급수상실사고의 경우, 보조급수계통의 운전 성공요건은 다음과 같다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

적어도 1대의 터빈구동펌프 및 그와 관련된 부계열의 밸브들이 운전가능하고 1대의 증기 발생기로 급수를 공급할 수 있어야 한다.

발전소 정전사고때는 안전관련 4.16 KV 전원의 이용이 불가능하므로 전동기구동펌프 계열은 이용할 수 없다.

2) 수행시간

모든 과도사건에 대하여 보조급수계통의 성공적인 기능 수행이란 다음과 같다.

정지냉각계통이 가동될 때까지 또는 발전소가 안정상태에 도달할 때까지 보조급수계통은 지속적인 운전이 가능하여야 한다.

이 분석에서는 위의 조건과 기기의 가동중 고장율 의 결정등을 위한 지속적인 기능 수행 시간을 24시간으로 가정하였다.

3) 고장

부분적으로 성공적인 기능을 수행하는 능동 및 피동 기기는 고장으로 간주된다. 즉, 이 분석에서는 모든 기기 및 운전원행위는 완전한 성공 또는 완전한 실패로만 파악된다.

4) 보조급수계통 구동 신호

비상 정지 조건하의 자동 운전은 증기발생기 저 수위 발생시 공학적안전계통 구동 신호 또는 다중보호계통에 의해 발생하는 보조급수계통 구동 신호에 따른다. 또한 보조급수 계통은 운전원에 의해 수동으로도 구동이 가능하다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

10A.2 계통 설명

10A.2.1 보조급수계통의 기능과 일반 설명

보조급수계통은 주급수계통 상실사고시 증기 발생기로 2차 급수를 공급하는 공학적 안전 설비이다.

보조급수계통은 주급수계통이 가상 사고로 인해 급수를 공급하지 못할 때, 발전소 고온 대기 상태와 정지냉각계통이 기동하는 시점까지의 원자로냉각기간 동안 증기발생기로 급수를 공급한다.

울진 3호기의 보조급수계통의 단순계통도가 그림 10A-1에 나타나 있다. 울진 4호기의 보조급수계통 또한 이와 동일한 구성이다. 보조급수계통은 독립된 2개의 부속 계통으로 구성되며, 각 부속 계통은 전동기구동 펌프와 증기터빈구동 펌프로 구성된다. 각 부속 계통은 해당 증기발생기에 급수를 공급할 수 있도록 설계되었다. 전동기구동 펌프와 증기터빈구동 펌프의 조합은 펌프의 구동력에 대한 다양성을 확보하기 위한 것이다.

보조급수펌프 터빈은 증기 구동, 수평 1단 비압축성 기기이며, 공급되는 구동용 증기는 주증기계통의 주증기 격리밸브 전단에 있는 주증기 배관에서 취한다.

1차적으로 사용되는 보조급수는 복수저장탱크에 저장된 급수이다. 또한 탈염수저장탱크 그리고/또는 원수탱크의 저장수를 복수공급헤드를 통해 대체 급수로 사용할 수 있다.

10A.2.2 계통 운전

보조급수계통은 정상 발전소 기동 및 정지시 사용되지 않는다. 이 계통은 공학적 안전 설비의 하나로서 보조급수계통 구동신호에 따라 증기발생기에 충분한 급수를 제공하여



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

원자로냉각재로부터 노심 잔열을 제거하는 기능을 수행한다. 보조급수계통 구동신호는 다음중 어느 하나의 신호에 의해 발생된다.

- 1) 증기발생기 저수위
- 2) 수동 작동

보조급수 작동신호가 발생하면, 전동기구동 및 터빈구동 보조급수펌프가 관련 증기발생기로 배열되어 관련 배관을 통해 급수를 공급하기 시작하며 복수저장탱크로의 재순환수는 정상 개방상태인 배관을 통하여 재순환된다. 보조급수 조절밸브는 증기발생기 수위를 제어하기 위한 조절 운전모드로 되어 있다.

보조급수계통이 정상운전일 경우, 공급되어야 할 보조급수 유량은 증기발생기 압력이 1,270 psia (89.3 kg/cm²A)일 때 500 gpm (1.89 m³/min) 이상이며, 최대 보조급수 유량은 증기발생기 압력이 1,270 psia (89.3 kg/cm²A)일 때 800 gpm (3.03 m³/min)이하이다. 보조급수의 온도는 복수저장탱크에 저장된 복수의 온도에 따라 40°F에서 120°F의 사이에서 유지된다.

증기발생기 수위는 보조급수 조절밸브의 동작에 의해 MOD-HIGH 수위와 MOD-LOW 수위 사이에서 안정화된다. 이러한 수위제어는 사고가 종결될 때까지 계속된다. 보조급수 조절밸브는 정상시 개방상태이며, 솔레노이드밸브의 구동력이 상실되는 경우와 같이 고장시 개방상태가 된다. 만약 보조급수 조절밸브가 고장개방되어 제어가 불가능하게 되면 보조급수 격리밸브를 이용하여 사고가 종결될 때까지 증기발생기 수위를 제어한다.

10A.2.3 시험 및 검사

보조급수계통은 발전소 정상 운전중 운영기술지침서에 규정된 주기에 따라 정기적인 성능 시험이 가능해야 한다. 펌프의 운전중 시험은 복수저장탱크로의 재순환 및 유량 시



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

험 배관을 통하여 이루어진다. 펌프의 성능을 관측하기 위하여 주제어실에서는 토출 압력, 현장에서는 유량 지시계가 제공된다.

10A.2.4 계측 및 제어

보조급수계통에 대한 계측 및 제어설비는 주제어실과 원격정지반에 설치된다.

주제어실 계측설비는 보조급수 유량, 온도, 펌프 흡입 및 토출 압력, 전동기구동 펌프의 전동기 전류, 증기발생기 수위, 모든 동력구동 밸브와 보조급수펌프의 상태 지시등을 겸한 제어용 수동 조작 스위치 같은 감시 설비를 포함 한다. 원격정지반에는 상기제어용 수동조작 스위치외에 전환스위치로 포함된다.

보조급수계통의 계측 설비는 TMI 후속 조치 항목 NUREG - 0718 (Rev.2) II.E.1.2의 요건을 만족한다.

10A.2.5 구동력과 계통 종속성

보조급수계통은 전동기구동 펌프의 구동력을 공급하는 1E 등급 4.16 kV AC 전력계통 및 펌프의 기동과 제어를 위한 1E 등급 125V 직류 전력계통과 계통 종속성을 가진다. 소외 전원상실사고시에는 비상전력공급계통 (디젤발전기) 으로부터 전동기구동 펌프의 동력원을 공급 받는다. 솔레노이드구동 보조급수 조절밸브들은 1E 등급 125 V 직류 전력계통 으로부터 전달되는 전원을 PCS 캐비닛을 통해 공급받는다. 교류 및 직류를 이용하는 전동기구동 보조급수 격리밸브들은 각각 1E 등급 480 V AC 모터제어반 및 1E 등급 125 V 직류 모선으로부터 공급받는다.

또한 보조급수계통은 보조급수계통 구동신호를 위한 공학적 안전설비 구동계통과도 종속성을 갖는다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

보조급수계통 펌프실의 냉각은 운전에 적합한 환경을 유지하기 위하여 관련 HVAC 계통에 의해 제공된다.

10A.2.6 운전제한조건 및 점검요구사항

보조급수계통의 운전제한조건 및 점검요구사항은 운영기술지침서에 기록되어 있다.

10A.3 신뢰도 분석

10A.3.1 분석 방법

보조급수계통 신뢰도 분석에서는 한국원자력연구소에서 작성한 울진 3,4호기 확률론적 안전성평가보고서 (참고자료 10)에서 개발된 고장수목을 사용하였다. 이 고장수목의 논리적 모델은 변경되지 않았지만, 정량화에 이용된 기기 고장을 데이터는 수정 사용되었다. 여기서 사용된 데이터원으로는 1차적으로 NUREG-0635 및 WASH-1400이 사용되었다. 만약 이들 자료에 이용가능한 데이터가 없을시에는 EPRI LRD 데이터 (참고자료 6) 및 울진 3,4호기 확률론적 안전성평가 보고서 (참고자료 10)가 차례로 이용되었다.

위의 데이터원들은 이용한 평가의 목적은 울진 3,4호기 보조급수계통이 NRC 요건을 만족시킴을 보이고 또한 영광 3,4호기와 같은 다른 발전소의 보조급수계통 신뢰도분석과의 비교를 위한 것이다. 보조급수계통의 고장수목은 그림 10A-3에 나타내었다. 그리고 정량화에 이용된 기기 고장을 데이터는 표 10A-14에 나타내었다. NUREG-0635 및 WASH-1400에 사용된 중간값 고장을 데이터는 평균값으로 변환되었으며, 고장수목은 평균값과 중간값의 고장을 데이터로 이용하여 2가지로 정량화가 수행되었다.

또한 공통원인고장은 EPRI 데이터 (참고자료 6)를 이용하였다. 공통원인 변수들은 표 10A-15에 나타내었다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

이들 데이터를 이용한 정량화 수행을 통하여 주요 최소단절집합을 구하고, 중요도 분석을 수행하였다.

10A.3.2 결과 및 결론

분석 결과는 표 10A-1 에 나타나 있다. 표에서 보는 바와 같이 울진 3,4호기 보조급수계통의 확인도는 안전심사지침을 만족시킴을 알 수 있다.

보조급수계통의 신뢰도 비교를 위하여 영광 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도 분석 결과를 같이 나타내었다. 공통원인고장 (CCF) 을 고려한 주급수상실과 원자로정지 (LMFW) 사고 및 소외전원 상실사고의 경우 영광 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도가 울진 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 영광 3,4호기 모델에서는 고려하지 않았던 체크밸브의 공통원인고장을 울진 3,4호기 모델에서 고려하였기 때문인 것으로 파악된다. 하지만 분석을 수행하였던 다른 4가지의 경우에는 울진 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도가 영광 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도보다 높은 것으로 나타났다. 상세한 설명은 다음의 3절에 기술하였다.

각 사고에 대한 주요한 최소단절집합들은 표 10A-2 부터 표 10A-7 까지 에 나타나 있다. 또한 각 사고에 대한 중요도 분석 결과는 표 10A-8 부터 표 10A-13 까지 에 수록하였다.

울진 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도와 Combustion Engineering 회사의 주증기공급계통을 채용한 발전소들과의 비교가 그림 10A-2 (참고자료 3, 8) 에 나타나 있다. 그림에서 보는 바와 같이 울진 3,4호기 보조급수계통의 신뢰도는 매우 높은 것으로 분석되었다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

10A.3.3 결과 설명

여기서는 공통원인고장을 고려한 경우 또는 고려하지 않은 경우에 대해서 각각 3가지 과도 사건의 정량화 수행을 통해 얻어진 주요 최소단절집합과 중요도 분석의 결과를 설명한다.

10A.3.3.1 주급수상실과 원자로정지 (LMFW) 사고의 경우

가. 경우 1. 공통원인고장 고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 2.45×10^{-5} 로 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-2 | 1
에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 5가지이다.

- 1) 체크밸브 CV1048과 CV1049의 공통원인고장 (AFCVW 10489)은 정점사건 이용불능도 |
의 24.3%를 차지하는 주요 기본사건이다.
- 2) 세 가지 경우의 체크밸브 공통원인고장은 정점사건 이용불능도의 57.1% ($19.0\% \times 3$) | 1
를 차지하는 주요 기본사건이다.
- 3) 보조급수펌프 흡입 입력 전송기 공통원인고장은 장점사건 이용불능도의 14.8%를 |
차지하는 주요 기본사건이다.

위의 5가지 주요 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 96.3% 를 차지하고 있다. | 1

이 경우의 Fussell-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-8 에 나타내었으며 주요한 기본사
건은 다음과 같다.

- 1) 체크밸브 CV0148과 CV1049의 공통원인고장은 정점사건에 24.3% 의 기여를 하는 주 | 1
요 기본사건이다.
- 2) 세 가지 경우의 체크밸브 공통원인고장은 정점사건에 각각 19.0%의 기여를 하는 | 1
주요 기본사건이다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

- 3) 보조급수펌프 흡입 압력 전송기 공통원인고장은 정점사건에 14.8%를 기여하는 주요 기본사건이다.

1

나. 경우 2. 공통원인고장 불고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 3.71×10^{-7} 로 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-3에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 3가지이다.

- 1) 증기발생기 입구측 체크밸브 CV1048 (계열 A) 과 CV1049 (계열 B) 의 개방실패 사건 조합은 정점사건 이용불능도의 4.2% 를 차지한다.
- 2) 증기발생기 입구측 체크밸브 CV1048 (계열 A) 과 계열 B 의 터빈구동펌프 기동실패 및 모터구동펌프의 격실냉방실패의 사건 조합은 정점사건 이용불능도의 3.1%를 차지한다.
- 3) 증기발생기 입구측 체크밸브 CV1049 (계열 B) 과 계열 A의 터빈구동펌프 기동실패 및 모터구동펌프의 격실냉방실패의 사건 조합은 정점사건 이용불능도의 3.1%를 차지한다.

1

위의 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 10.3% 를 차지하고 있다.

이 경우의 Fussell-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-9 에 나타내었으며 주요한 기본사건은 다음과 같다.

- 1) 각 터빈구동 펌프의 기동실패 사건들은 정점사건에 45.3% 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.
- 2) 각 모터구동펌프실 냉방기의 기동실패 사건은 정점사건에 25.9%의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

- 3) 증기발생기 입구측 체크밸브 CV1048 (계열 A) 과 CV1049 (계열 B) 의 개방실패 사건들은 각각 정점사건에 21.95 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.

1

10A.3.3.2 소외전원상실에 따른 주급수상실과 원자로정지 (LOOP)

가. 경우 1. 공통원인고장 고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 $1.63E-04$ 로 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-4 에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 5가지이다.

- 1) 체크밸브 CV1048과 CV1049의 공통원인고장은 정점사건 이용불능도의 14.1%를 차지하는 주요 기본사건이다.
- 2) 3가지 경우의 체크밸브 공통원인고장은 정점사건 이용불능도의 33% ($11\% \times 3$)를 차지하는 주요 기본사건이다.
- 3) 1E 등급 125V DC 제어반의 공통원인고장은 정점사건 이용불능도의 9.2%를 차지하는 주요 기본사건이다.
- 4) 보조급수펌프 흡입 압력 전송기 공통원인고장은 정점사건 이용불능의 8.6%를 차지하는 주요 기본사건이다.

1

위의 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 32% 를 차지하고 있다.

이 경우의 Fussell-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-10 에 나타내었으며 주요한 기본사건은 다음과 같다.

- 1) AAC 디젤발전기의 작동중 고장 기본사건은 정점사건에 19.0% 의 기여를 하는 주요 기본사건이다.

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

- | | |
|---|---|
| 2) 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건들 (계열 A 및 B) 은 각각 정점사건에 18.0 % 와 18.5% 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다. | 1 |
| 3) 2대의 터빈구동펌프의 기동 공통원인고장 사건은 정점사건에 17.5%의 기여를 하는 주요 기본사건이다. | |

나. 경우 2. 공통원인고장 불고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 1.63×10^{-5} 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-5 에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 3가지이다. | 1

- | | |
|--|---|
| 1) ACC 디젤발전기를 포함하는 3대의 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건들과 2대의 터빈구동 펌프의 기동 실패 사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 9.5%를 차지한다. | 1 |
| 2) AAC 디젤발전기를 포함하는 3대의 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건들과 A계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 사건 및 B계열 터빈구동 펌프의 가동중 고장 기본사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 4.6%를 차지한다. | 1 |
| 3) ACC 디젤발전기를 포함하는 3대의 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건들과 A계열 터빈구동 펌프의 가동중 고장 기본사건 및 B계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 4.6%를 차지한다. | 1 |

위의 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 18.5% 를 차지하고 있다. | 1

이 경우의 Fussell-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-11 에 나타내었으며 주요한 기본사건은 다음과 같다.

- | | |
|--|---|
| 1) 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건은 정점사건에 72.4% 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다. | 1 |
|--|---|



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

- 2) 비상디젤발전기 작동중 고장 기본사건들 (계열 A 및 B) 은 각각 정점사건에 64.8 %의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.
- 3) 각 터빈구동 펌프의 기동실패 기본사건들은 정점사건에 48.1%의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.
- 4) 각 터빈구동 펌프의 가동중 고장 기본사건들은 정점사건에 22.9%의 기여를 하는 주요 기본사건들이다.

1

10A.3.3.3 발전소정전사고에 따른 주급수상실과 원자로정지 (SBO)

가. 경우 1. 공통원인고장 고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 2.32×10^{-3} 로 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-6 에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 5가지이다.

1

- 1) 각 터빈구동 펌프들의 기동 공통원인고장 사건은 정점사건 이용불능도의 51.7% 를 차지한다.
- 2) 2대의 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건들의 조합은 정점사건 이용불능도의 9.7% 를 차지한다.
- 3) 각 터빈구동 펌프들의 운전중 공통원인고장은 정점사건 이용불능도의 5.2%를 차지한다.
- 4) A 계열 터빈구동 펌프의 작동중 고장 기본사건과 B 계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 4.7%를 차지한다.
- 5) B 계열 터빈구동 펌프의 작동중 고장 기본사건과 A 계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건의 조합은 정점사건 이용불능의 4.7%를 차지한다.

1

위의 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 75.9% 를 차지하고 있다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

이 경우의 Fussel-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-12 에 나타내었으며 주요한 기본 사건은 다음과 같다.

- 1) 터빈구동 펌프들의 기동 공통원인고장 사건은 정점사건에 51.8% 의 기여를 하는 | 1
주요 기본사건이다.
- 2) 각 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건은 정점사건에 18.3% 의 기여를 하는 주요 | 1
기본사건들이다.
- 3) 각 터빈구동 펌프의 가동중 고장 기본사건은 정점사건에 8.8% 의 기여를 하는 주 | 1
요 기본사건들이다.

B. 경우 2. 공통원인고장 불고려

이 경우의 정점사건 이용불능도는 8.03×10^{-4} 로 나타났으며 최소단절집합들은 표 10A-7 | 1
에 나타나 있다. 주요 최소단절집합들은 다음의 3가지이다.

- 1) 2대의 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건들의 조합은 정점사건 이용불능도의 |
28.0% 를 차지한다.
- 2) A 계열 터빈구동 펌프의 작동중 고장 기본사건과 B 계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 | 1
기본사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 13.4% 를 차지한다.
- 3) B 계열 터빈구동 펌프의 작동중 고장 기본사건과 A 계열 터빈구동 펌프의 기동 실패 |
기본사건의 조합은 정점사건 이용불능도의 13.4% 를 차지한다.

위의 최소단절집합들은 정점사건 이용불능도의 약 54.9% 를 차지하고 있다. | 1

이 경우의 Fussel-Vessely 중요도분석 결과는 표 10A-13 에 나타 내었으며 주요한 기본사건은 다음과 같다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

- 1) 각 터빈구동 펌프의 기동 실패 기본사건은 정점사건에 52.9.1% 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다. | 1
- 2) 각 터빈구동 펌프의 가동중 고장 기본사건은 정점사건에 25.4% 의 기여를 하는 주요 기본사건들이다. | 1

10A.4 참고문헌

1. NRC Letter of March 10, 1980, To all Pending Operating License Applicants of Nuclear Steam Supply Systems Designed by Westinghouse and Combustion Engineering.
Subject : Actions Required from Operating License Applicants of Nuclear Steam Supply Systems Designed by Westinghouse and Combustion Engineering Resulting from the NRC Bulletins and Orders Task Force Review Regarding the Three Mile Island Unit 2 Accident.
2. NUREG-0800, Section 10.4.9, "Standard Review Plan for Auxiliary Feedwater System", Rev.2, 1981.
3. NUREG-0635, "Generic Evaluation of Feedwater Transients and Small Break Loss of Coolant Accidents in Combustion Engineering Designed Operating Plants".
4. EPRI (Electric Power Research Institute), "Advanced Light Water Reactor Utility Requirements Document, Chapter 5, Engineered Safety Systems, 5.3 Emergency Feedwater System, December 1987, Palo Alto, California.
5. WASH-1400 (NUREG-75/014), "Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Plants".

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

6. EPRI(Electric Power Research Institute), "Advanced Light Water Reactor Utility Requirements Document, ALWR Evolutionary Plant, PRA Key Assumptions and Groundrules," Volume II, Chapter I, Appendix A, August 1990, Palo Alto, California.
7. NUS-5218, "NUPRA - The NUS Probabilistic Risk Assessment Workstation", Version 1.2, NUS Corporation, Nov. 1989, Gaithersburg, Maryland.
8. Palo Verde - Unit 2 FSAR, Appendix 10B, "Palo Verde Nuclear Generating Station Auxiliary Feedwater System Reliability Analysis," Arizona Public Service Company, May 1987, Phoenix, Arizona.
9. CE-NPSD-742, "Final Level I Probabilistic Risk Assessment for Yonggwang Units 3 and 4" Vol. 1, Chapter 6, July 1992. ABB-Combustion Engineering Inc. and Korea Atomic Energy Research Institute.
10. "Probabilistic Safety Assessment Evaluation Report for Ulchin Units 3&4 (Draft)," Korea Atomic Energy Research Institute.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-1

Amendment 1

December, 1998

보조급수계통 신뢰도분석 결과

과도 사건 ¹⁾		울진 3,4호기 보조급수계통 이용불능도		영광 3,4호기 보조급수계통 이용불능도	
		중간값	평균값	중간값	평균값
주급수상실사고 (LMFW)	CCF	6.68×10^{-5}	9.45×10^{-5}	1.06×10^{-5}	1.91×10^{-5}
	IND	8.54×10^{-8} ²⁾	3.71×10^{-7}	4.80×10^{-7}	1.72×10^{-6}
소외전원상실사고 (LOOP)	CCF	7.79×10^{-5}	1.63×10^{-4}	1.83×10^{-5}	1.29×10^{-4}
	IND	9.86×10^{-7}	1.63×10^{-5}	3.24×10^{-6}	6.68×10^{-5}
발전소정전사고 (SBO)	CCF	1.54×10^{-3}	2.32×10^{-3}	2.94×10^{-3}	7.75×10^{-3}
	IND	4.24×10^{-4}	8.03×10^{-4}	1.48×10^{-3}	5.64×10^{-3}

1

1

1) CCF : 공통원인고장 고려
IND : 공통원인고장 불고려

2) 이 값은 SRP 요건을 만족시키기 위하여 10^{-4} 에서 10^{-5} 사이의 확률값을 가져야 한다.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-2 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

이용불능도 = $9.45E-05$

1.	2.30E-05	AFCVW10489		
2.	1.80E-05	AFCVW101214		
3.	1.80E-05	AFCVW10034		
4.	1.80E-05	AFCVW10078		
5.	1.40E-05	AFPTKPPSUCT		
6.	7.20E-07	AFTPW12	HCCQW0013	
7.	4.80E-07	EDBSK125DC		
8.	2.88E-07	AFTPW12	AFMPW12	
9.	1.35E-07	AFTPS02PA	AFTPS01PB	HCCQW0013
10.	7.32E-08	AFTPW12	AFTPW12	
11.	7.20E-08	AFTPK12	HCCQK0013	
12.	6.48E-08	AFTPR02PA	AFTPS01PB	HCCQW0013
13.	6.48E-08	AFTPS02PA	AFTPR01PB	HCCQW0013
14.	5.40E-08	AFTPS02PA	AFTPS01PB	AFTPW12
15.	4.32E-08	HCCQS0013B	AFTPW12	HCCQW0013A
16.	3.11E-08	AFTPR02PA	AFTPR01PB	HCCQW0013
17.	2.88E-08	AFTPW12	HCCQK0013	
18.	2.88E-08	AFTPW12	HCCQK0013	
19.	2.88E-08	AFTPW12	HHABKESWP	
20.	2.88E-08	AFTPW12	CWWUKRUN	

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-2 (2 중 2)

이용불능도 = 9.45E-05

21.	2.88E-08	AFTPK12	AFMPW12	
22.	2.59E-08	AFMPR02PB	AFMPW12	HCCQS0013A
23.	2.59E-08	HCCQS0013B	AFMPW12	AFMR01PA
24.	2.59E-08	AFTPR02PA	AFTPS01PB	AFMPW12
25.	2.59E-08	AFTPS02PA	AFTPS01PB	AFMPW12
26.	2.16E-08	AFMPS02PB	AFMPW12	HCCQS0013A
27.	2.16E-08	HCCQS0013B	AFTPW12	AFMPS01PA
28.	1.98E-08	ATAVW00910	HCCQW0013	
29.	1.98E-08	ATAVW109110	HCCQW0013	
30.	1.80E-08	AFTPW12	EDBYW125DC	
31.	1.58E-08	AFTPS02PA	AFTPM01PB	HCCQW0013
32.	1.58E-08	AFTPM02PA	AFTPS01PB	HCCQW0013
33.	1.56E-08	AFCV01049	AFCV01048	
34.	1.56E-08	AFMPR02PB	AFTPW12	AFMPR01PA
35.	1.38E-08	ATCVW1020	HCCQW0013	
36.	1.37E-08	AFTPS02PA	AFTPS01PB	AFMPK12
37.	1.30E-08	AFMPR02PB	AFTPW12	AFMPS01A
38.	1.30E-08	AFMPS02PB	AFTPW12	AFMPR01PA
39.	1.27E-08	AFMPM02PB	AFTPW12	HCCQS0013A
40.	1.27E-08	HCCQS0013B	AFTPW12	AFMPM01PA

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

표 10A-3 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)

이용불능도 = $3.71\text{E}-07$

1.	1.56E-08	AFCV01049	AFCV01048	
2.	1.13E-08	AFTPS02PS	HCCQS0013B	AFCV01048
3.	1.13E-08	AFCV01049	AFTPS01PB	HCCQS0013A
4.	8.10E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPS01PB
		HCCQS013A		
5.	6.75E-09	AFTPS02PA	AFMPR02PB	AFCV01048
6.	6.75E-09	AFCV01049	AFTPS01PB	AFMPR01PA
7.	5.63E-09	AFTPS02PA	AFMPS02PB	AFCV01048
8.	5.63E-09	AFTPS01PB	AFTPS01PB	AFMPS01PA
9.	5.40E-09	AFTPR02PA	HCCQS0013B	AFCV01048
10.	5.40E-09	AFCV01049	AFTPR01PB	HCCQS0013A
11.	4.86E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPS01PB
		AFMPR01PA		
12.	4.86E-09	AFTPS02PA	AFMPR02PB	AFTPS01PB
		HCCQS0013A		
13.	4.05E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPS01PB
		AFMPS01PA		
14.	4.05E-09	AFTPS02PA	AFMPS02PB	AFTPS01PB
		HCCQS0013A		
15.	3.89E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPS01PB
		HCCQS0013A		
16.	3.89E-09	HCCQS0013A	AFTPS01PB	HCCQS0013B
		AFTPR02PA		
17.	3.30E-09	AFTPS02PA	AFMPM02PB	AFCV01048
18.	3.30E-09	AFCV01049	AFTPS01PB	AFMPM01PA
19.	3.24E-09	AFCV01049	AFTPR01PB	AFMPM01PA

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-3 (2 중 2)

이용불능도 = 3.71E-07				
20.	3.24E-09	AFTPR02PA	AFMPR02PB	AFCV01048
21.	2.92E-09	AFMR01PA	AFTPS01PB	AFMPR01PB
		AFTPS01PA		
22.	2.70E-09	AFTPR01PA	AFMPS02PB	AFCV01048
23.	2.70E-09	AFCV01049	AFTPR01PB	AFMPS01PA
24.	2.43E-09	AFMPS01PA	AFTPS01PB	AFMPR02PB
		AFTPS01PA		
25.	2.43E-09	AFMPR01PA	AFTPS01PB	AFMPS02PB
		AFTPS01PA		
26.	2.38E-09	AFMPM01PA	AFTPS01PB	AFMPS02PB
		AFTPS01PA		
27.	2.38E-09	MCCQS0013A	AFTPS01PB	HCCQS0013B
		AFTPS02PA		
28.	2.37E-09	CDVVT1196	AFCV01048	AFMPM02PB
29.	2.37E-09	AFCV01049	CDVVT1167	
30.	2.37E-09	CDVVT1348	AFCV01048	
31.	2.37E-09	AFCV01049	CDVVT1347	
32.	2.33E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPR01PB
		AFMPR01PA		
33.	2.33E-09	AFTPS02PA	AFMPR01PB	AFTPR01PB
		HCCQS0013A		
34.	2.33E-09	AFMPR01PA	AFTPS01PB	HCCQS0013B
		AFTPR02PA		
35.	2.33E-09	HCCQS0013A	AFTPS01PB	AFMPR02PB
		AFTPR02PA		
36.	2.03E-09	AFMPS01PA	AFTPS01PB	AFMPS02PB
		AFTPS02PA		
37.	1.94E-09	AFTPS02PA	HCCQS0013B	AFTPR01PB
		AFMPS01PA		
38.	1.94E-09	AFTPS02PA	AFMPS01PB	AFTPR01PB
		HCCQS0013A		
39.	1.94E-09	AFMPS01PA	AFTPS01PB	HCCQS0013B
		AFTPR02PA		
40.	1.94E-09	HCCAS0013A	AFTPS01PB	AFMPS02PB
		AFTPR02PA		

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1

December, 1998

표 10A-4 (2 중 1)

LOOP 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

이용불능도 = 1.63E-04

1.	2.30E-05	AFCVW10489		
2.	1.80E-05	AFCVW101214		
3.	1.80E-05	AFCVW10034		
4.	1.80E-05	AFCVW10078		
5.	1.50E-05	EDBYW125DC		
6.	1.40E-05	AFPTKPPSUCT		
7.	8.23E-06	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGR01KA		
8.	3.48E-06	AFTPW12	EGDGK01KABS	
9.	1.62E-06	EGDGS01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGR01KA		
10.	1.62E-06	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGR01KA		
11.	1.62E-06	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGS01KA		
12.	1.54E-06	AFTPS02PA	DGEGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
13.	1.20E-06	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGM01KS
		EGDGR01KA		
14.	8.23E-07	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGR01KA		
15.	7.41E-07	AFTPS01PA	EGDGR01KB	AFTPR01PB
		DSDGR01KS	EGDGR01KA	
16.	7.41E-07	AFTPR02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
17.	7.20E-07	AFTPW12	HCCQW0013	
18.	6.72E-07	AFTPW12	EGDGW01KABS	
19.	6.61E-07	AFTPW12	EGDGK01KBS	EGDGR01KA
20.	6.60E-07	AFTPW12	EGDGR01KS	EGDGK01KAB

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-4 (2 중 2)

이용불능도 = 1.63E-04

21.	6.61E-07	EGDGR01KB	AFTPW12	EGDGK01KAS
22.	6.52E-07	AFTPS02PA	AFTPS1PB	EGDGK01KABS
23.	4.80E-07	EDBSK125DC		
24.	3.56E-07	AFTPR02PA	EGDGR01K	AFTPR01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
25.	3.48E-07	AFTPK12	EGDGK01KABS	
26.	3.21E-07	EGDGS01KB	AFTPW12	ESDGS01KS
		EGDGR01KA		
27.	3.21E-07	EGDGS01KB	AFTPW12	ESDGR01KS
		EGDGS01KA		
28.	3.21E-07	EGDGR01KB	AFTPW12	ESDGS01KS
		EGDGS01KA		
29.	3.13E-07	AFTPS02PA	AFTPR01PB	EGDGK01KABS
30.	3.13E-07	AFTPR02PA	AFTPS01B	EGDGK01KABS
31.	3.05E-07	AFTPS02PA	EGGS01KB	AFTPS01PB
		ESDGS01KS	EGDGR01KA	
32.	3.05E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGS01KS	EGDGR01KA	
33.	3.05E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KB	
34.	2.88E-07	AFTPW12	AFMPW12	
35.	2.71E-07	EGDGR01KA	ESDGR01KS	EDBYABT01B
		AFTPS01PA		
36.	2.71E-07	EDBYABT01A	AFTPS01PB	EGDGR01KB
		ESDGR01KS		
37.	2.71E-07	EDBYABT01A	ESDGR01KS	AFTPS01PB
		EGDGR01KB		
38.	2.60E-07	HCCQS0013A	AFTPW12	EGDGR01KB
		ESDGR01KS		
39.	2.60E-07	EGDGR01KA	ESDGR01KS	AFTPW12
		HCCQS0013B		

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-5 (2 중 1)

LOOP 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)

이용불능도 = 1.63E-05				
1.	1.54E-06	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
2.	7.41E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPR01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
3.	7.41E-07	AFTPR02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
4.	3.56E-07	AFTPR02PA	EGDGR01KB	AFTPR01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
5.	3.05E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGS01KS	EGDGR01KA	
6.	3.05E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
7.	3.05E-07	AFTPS01PA	EGDS01KB	AFTPS01PB
		ESDGR01KS	EGDGR01KA	
8.	2.71E-07	EGDGR01KA	ESDGR01KS	EDBYABT01B
		AFTPS01PA		
9.	2.71E-07	EDBYABT01A	ESDGR01KS	AFTPS01PB
		EGDGR01KB		
10.	2.49E-07	EDBYMBT01A	ESDGR01KS	AFTPS01PB
		EGDGR01KB		
11.	2.49E-07	EGDGR01KA	ESDGR01KS	EDBYMBT01B
		AFTPS02PA		
12.	2.26E-07	AFTPS02PA	EGDGR01KB	AFTPS01PB
		ESDGM01KS	EGDGR01KA	

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-5 (2 중 2)

이용불능도 = 1.63E-05

13.	1.81E-07	AFTPS02PA ESDGR01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPM01PB
14.	1.81E-07	AFTPM02PA ESDGR01KS	EGGR01KB EGDGR01KB	AFTPS01PB
15.	1.46E-07	AFTPS02PA ESDGS01KS	EGGR01KB EGDGR01KA	AFTPR01PB
16.	1.46E-07	AFTPR01PA ESDGS01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPS01PB
17.	1.46E-07	AFTPS02PA ESDGR01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPR01PB
18.	1.46E-07	AFTPS02PA ESDGR01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPS01PB
19.	1.46E-07	FATPS02PA ESDGR01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPR01PB
20.	1.46E-07	AFTPR02PA ESDGR01KS	EGDGR01KB EGDGR01KA	AFTPS01PB
21.	1.30E-07	EGDGR01KA AFTPR02PA	ESDGR01KS	EDBYABT01B
22.	1.30E-07	EDBYABT01A EGDGR01KB	ESDGR01KS	AFTPR01PB
23.	1.20E-07	EDBYMBT01A EGDGR01KB	ESDGR01KS	AFTPR01PB
24.	1.20E-07	EGDGR01KA AFTPR02PA	ESDGR01KS	EDBYMBT01B

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-6 (2 중 1)

SBO 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

이용불능도 = 2.32E-03

1.	1.20E-03	AFTPW12	
2.	2.25E-04	AFTPS02PA	AFTPS02PB
3.	1.20E-04	AFTPK12	
4.	1.08E-04	AFTPK12	AFTPR01PB
5.	1.08E-04	AFTRS02PA	AFTPS01PB
6.	5.18E-05	AFTPR02PA	AFTPR01PB
7.	3.30E-05	ATAVW00910	
8.	3.30E-05	ATAVW109110	
9.	2.64E-05	AFTPS02PA	AFTPM01PB
10.	2.64E-05	AFTPM02PA	AFTPS01PB
11.	2.30E-05	ATCVW1020	
12.	2.30E-05	AFCVW10489	
13.	1.80E-05	AFCVW101214	
14.	1.80E-05	AFCVW10034	
15.	1.80E-05	AFCVW10078	
16.	1.50E-05	ASCKAAFAS1B	AFTPS02PA
17.	1.50E-05	AFTPS01PB	FSCKAAFAS2A
18.	1.50E-05	EDBYW125DC	
19.	1.40E-05	AFPTKPPSUCT	
20.	1.27E-05	AFTPR02PA	AFTPM01PB

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-6 (2 중 2)

이용불능도 = 2.32E-03

21.	1.27E-05	AFTPM02PA	AFTPR01PB
22.	7.50E-06	AFTPM02PA	AFTPS01PB
23.	7.50E-06	EDBYABT01A	EDBYABT01B
24.	7.20E-06	AFTPS02PA	AFTPR02PA
25.	7.20E-06	FSCAAAFAS1B	FSCAAAFAS2A
26.	6.90E-06	AFTPR01PB	EDBYMBT01A
27.	6.90E-06	EDBYMBT01B	AFTPS02PA
28.	5.63E-06	AFVU1006A	AFTPS02PB
29.	5.63E-06	AFTPS02PA	AFVU1006B
30.	5.63E-06	AFTPS02PA	ATAV0010
31.	5.63E-06	AFTPS02PA	ATAV0110
32.	5.63E-06	AFTPS02PA	AFVU1016B
33.	5.63E-06	ATAV0009	AFTPS01PB
34.	5.63E-06	ATAV0109	AFTPS01PB
35.	5.63E-06	AFVU1016A	AFTPS01PB
36.	3.60E-06	EDBYABT01A	AFTPR01PB
37.	3.60E-06	AFTPR02PA	EDBYABT01B
38.	3.31E-06	EDBYMBT01B	AFTPR02PA
39.	3.31E-06	AFTPR01PB	EDBYMBT01A
40.	3.10E-06	AFTPM02PA	AFTPM01PB

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-7 (2 중 2)

SBO 사건에 대한 최소단절집합 (공통원인고장 불골, 평균값 이용)

이용불능도 = $8.03E-04$

1.	2.25E-04	AFTPS02PA	AFTPS01PB
2.	1.08E-04	AFTPS02PA	AFTPR02PB
3.	1.08E-04	AFTPR02PA	AFTPS01PB
4.	5.18E-05	AFTPR02PA	AFTPR01PB
5.	2.64E-05	AFTPS02PA	AFTPM01PB
6.	2.64E-05	AFTPM02PA	AFTPS01PB
7.	1.50E-05	FSCDAAFAS1B	AFTPS02PA
8.	1.50E-05	AFTPS01PB	FSCDAAFAS2A
9.	1.27E-05	AFTPM02PA	AFTPR01PB
10.	1.27E-05	AFTPR02PA	AFTPM01PB
11.	7.50E-06	EDBYABT01A	AFTPS02B
12.	7.50E-06	AFTPS02PA	EDBYABT01B
13.	7.20E-06	FSCDAAFAS1B	AFTPR02PA
14.	7.20E-06	AFTPR01PB	FSXKAAFAS2A
15.	6.90E-06	EDBYMBT01B	AFTPS02PA
16.	6.90E-06	AFTPS01PB	EDBYMBT01A
17.	5.62E-06	ATAV0009	AFTPS02PB
18.	5.62E-06	ATAV0109	AFTPS01PB
19.	5.62E-06	AFVU1016A	AFTPS01PB
20.	5.62E-06	AFVU1006A	AFTPS01PB

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-7 (2 중 2)

이용불능도 = 8.03E-04

21.	5.62E-06	AFTPS02PA	AFVU1006B
22.	5.62E-06	AFTPS02PA	ATAV0010
23.	5.62E-06	AFTP02PA	ATAV0110
24.	5.62E-06	AFTPS02PA	AFVU1016B
25.	3.60E-06	EDBYABT01A	AFTPR016B
26.	3.60E-06	AFTPR02PA	EDBYABT01B
27.	3.31E-06	EDBYMBT01A	AFTPR02PA
28.	3.31E-06	AFTPR01PB	EDBYMBT01A
29.	3.10E-06	AFTPM02PA	AFTPM01PB
30.	2.70E-06	ATAV0009	AFTPR01PB
31.	2.70E-06	AAV0109	AFTPR01PB
32.	2.70E-06	AFVU1016A	AFTPR01PB
33.	2.70E-06	AFVU1006A	AFTPR01PB
34.	2.70E-06	AFTPR02PA	AFVU1006B
35.	2.70E-06	AFTPR02PA	ATAV0010
36.	2.70E-06	AFTPR02PA	ATAV0110
37.	2.70E-06	AFTPR02PA	AFVU1016B
38.	2.10E-06	AFPTY007B	AFTPS01PB
39.	2.10E-06	AFTPS02PA	AFPTY006B
40.	1.88E-06	AFTPS01PB	AFCV01049

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-8 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 중요도분석거 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	AFCVW10489	2.300E-005	2.433E-001	10579.61	1.322
2.	AFCVW10078T	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
3.	AFCVW101214	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
4.	AFCVW10034	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
5.	AFPTKPPSUCT	1.400E-005	1.481E-001	10579.71	1.174
6.	AFTPW12	1.200E-003	1.759E-002	15.64	1.018
7.	HCCQW0013	6.000E-004	1.363E-002	23.70	1.014
8.	AFTPS02PA	1.500E-002	6.185E-003	1.41	1.006
9.	AFTPS01PB	1.500E-002	6.185E-003	1.41	1.006
10.	AFMPW12	2.400E-004	5.428E-003	23.61	1.005
11.	EDBSK125DC	4.800E-007	5.078E-003	10579.85	1.005
12.	AFTPR02PA	7.200E-003	2.868E-003	1.40	1.003
13.	AFTPR01PB	7.200E-003	2.868E-003	1.40	1.003
14.	HCCQS0013B	6.000E-003	2.711E-003	1.45	1.003
15.	HCCAW0013B	6.000E-003	2.711E-003	1.45	1.003
16.	AFTPK12	1.200E-004	1.702E-003	15.18	1.002
17.	AFMPR02PB	3.600E-003	1.588E-003	1.44	1.002
18.	AFMPR01PA	3.600E-003	1.588E-003	1.44	1.002
19.	AFMPK12	6.100E-005	1.368E-003	28.43	1.001
20.	AFMPS02PB	3.000E-003	1.314E-003	1.44	1.001

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-8 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21.	AFMPS01PA	3.000E-003	1.314E-003	1.44	1.001
22.	AFCV01048	1.250E-004	9.126E-003	8.30	1.001
23.	AFCV01049	1.250E-004	9.126E-003	8.30	1.001
24.	AFMPM02PB	1.760E-003	7.332E-003	1.42	1.001
25.	AFMPM01PA	1.760E-003	7.332E-003	1.42	1.001
26.	AFTPM02PA	1.760E-003	6.357E-003	1.36	1.001
27.	AFTPM01PB	1.760E-003	6.357E-003	1.36	1.001
28.	HHABKESWP	2.400E-003	5.254E-003	22.89	1.001
29.	CWCUKRUN	2.400E-005	5.254E-003	22.89	1.001
30.	HCCQKCCP	2.400E-005	5.254E-003	22.89	1.001

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-9 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 불고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	AFTPS02PA	1.500E-002	4.530E-001	30.75	1.828
2.	ASTPS01PB	1.500E-002	4.530E-001	30.75	1.828
3.	HCCAS0013B	6.000E-003	2.587E-001	43.86	1.349
4.	HCAS0013A	6.000E-003	2.587E-001	43.86	1.349
5.	AFCV01048	1.250E-004	2.191E-001	1753.61	1.281
6.	AFCV01049	1.250E-004	2.191E-001	1753.61	1.281
7.	AFTPR01PB	7.200E-003	1.977E-001	28.26	1.246
8.	AFTPR02PA	7.200E-003	1.977E-001	28.26	1.246
9.	AFMPR01PA	3.600E-003	1.472E-001	41.74	1.173
10.	AFMPR02PB	3.600E-003	1.472E-001	41.74	1.173
11.	AFMPS01PA	3.000E-003	1.217E-001	41.45	1.139
12.	AFMPS02PB	3.000E-003	1.217E-001	41.45	1.139
13.	AFMPM01PA	1.760E-003	6.350E-002	37.02	1.068
14.	AFMPM02PB	1.760E-003	6.350E-002	37.02	1.068
15.	AFTPM02PA	1.760E-003	3.517E-002	20.95	1.036
16.	AFTPM01PB	1.760E-003	3.517E-002	20.95	1.036
17.	FSCKAAS2B	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
18.	FSCKACQ13A	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
19.	FSCKAAS1A	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
20.	FSCKAQ13B	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-9 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21.	CDVVT1347	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
22.	CDVVT1196	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
23.	CDVVT1348	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
24.	CDVVT1167	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
25.	FSCKAASFAS2A	1.000E-003	1.564E-002	16.63	1.016
26.	FSCKAASFAS1B	1.000E-003	1.564E-002	16.63	1.016
27.	EDBYABT01B	5.000E-004	1.386E-002	28.71	1.014
28.	EDBYABT01A	5.000E-004	1.386E-002	28.71	1.014
29.	EDBYMBT01A	4.600E-004	1.275E-002	28.71	1.013
30.	EDBYMBT01B	4.600E-004	1.275E-002	28.71	1.013

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-10 (2 중 1)

LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	ESDGR01KS	1.900E-001	1.902E-001	1.81	1.235
2.	EGDGR01KB	1.900E-001	1.849E-001	1.79	1.227
3.	EGDGR01KA	1.900E-001	1.802E-001	1.77	1.220
4.	AFTPW12	1.200E-003	1.750E-001	146.65	1.212
5.	AFCVW10489	2.300E-005	1.412E-001	6139.81	1.164
6.	AFCVW10034	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
7.	AFCVW10078	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
8.	AFCVW101214	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
9.	EDBYW125DC	1.500E-005	9.208E-002	6139.86	1.101
10.	AFPTKPPSUCT	1.400E-002	8.595E-002	6139.86	1.094
11.	AFTPS01PB	1.500E-002	6.972E-002	5.58	1.075
12.	AFTPS02PA	1.500E-003	6.603E-002	5.34	1.071
13.	EGDGK01KABS	2.900E-002	3.955E-002	14.60	1.041
14.	ESDGS01KS	3.750E-002	3.749E-002	1.96	1.039
15.	EGDGS01KB	3.750E-002	3.602E-002	1.92	1.037
16.	EGDGS01KA	3.750E-002	3.515E-002	1.90	1.036
17.	AFTPR01PB	7.200E-003	3.319E-002	5.58	1.034
18.	AFTPR01PA	7.200E-003	3.143E-002	5.33	1.032
19.	ESDGM01KS	2.780E-002	2.678E-002	1.94	1.028
20.	AFTPK12	1.200E-004	1.732E-002	145.35	1.018

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
December, 1998

표 10A-10 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21.	EDBYABT01A	5.000E-004	1.281E-002	26.60	1.031
22.	EGDGK01KBS	2.900E-003	1.062E-002	4.65	1.011
23.	EGDGK01KAS	2.900E-003	1.055E-002	4.63	1.011
24.	EGDGK01KAS	2.900E-003	1.053E-002	4.62	1.011
25.	EDBYMBT1A	4.600E-004	8.944E-003	20.44	1.009
26.	EDBYABT01B	5.000E-004	8.052E-003	17.10	1.008
27.	HCCQW0013	6.000E-004	7.972E-003	14.28	1.008
28.	AFTPM01PB	1.730E-003	7.882E-003	5.47	1.008
29.	EGDGW01KABS	5.600E-004	7.643E-003	14.64	1.008
30.	AFTPM02PA	1.760E-003	7.466E-003	5.23	1.008
31.	EDBYMBT01B	4.600E-004	7.174E-003	16.59	1.007
32.	HCCQS0013B	6.000E-003	6.871E-003	2.14	1.007
33.	HCCAS0013A	6.000E-003	6.732E-003	2.12	1.007

1



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-11 (2 중 1)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	ESDGR01KS	1.900E-001	7.246E-001	4.09	3.631
2.	EGDGR01KB	1.900E-001	6.484E-001	3.76	2.844
3.	EGDGR01KA	1.900E-001	6.484E-001	3.76	2.844
4.	AFTPS01PB	1.500E-002	4.809E-001	32.57	1.926
5.	AFTPS02PA	1.500E-002	4.807E-001	32.57	1.926
6.	AFTPR01PB	7.200E-003	2.286E-001	32.53	1.296
7.	AFTPR02PA	7.200E-003	2.286E-001	32.53	1.296
8.	ESDGS01KS	3.750E-002	1.392E-001	4.57	1.162
9.	EGDGS01KB	3.750E-002	1.251E-001	4.21	1.143
10.	EGDGS01KA	3.750E-002	1.251E-001	4.21	1.143
11.	ESDGM01KS	2.780E-002	1.024E-001	4.58	1.114
12.	EDBYABT01B	5.000E-004	6.184E-002	124.62	1.066
13.	EDBYABT01A	5.000E-004	6.184E-002	124.62	1.066
14.	EDBYMBT01A	4.600E-004	5.683E-002	124.50	1.060
15.	EDBYMBT01B	4.600E-004	5.683E-002	124.50	1.060
16.	AFTPM01PB	1.760E-004	5.419E-002	31.73	1.057
17.	AFTPM02PA	1.760E-003	5.419E-002	31.73	1.057
18.	FSCKAAS1B	1.000E-003	3.023E-002	31.20	1.031
19.	FSCKAAS2A	1.000E-003	3.023E-002	31.20	1.031
20.	HCCQS0013B	6.000E-003	2.368E-002	4.92	1.024

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-11 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21.	HCCAS0013A	6.000E-003	2.368E-002	4.92	1.024
22.	AFCV01048	1.250E-004	1.783E-002	143.64	1.018
23.	AFCV01049	1.250E-004	1.783E-002	143.64	1.018
24.	AFMPR02PB	3.600E-003	1.377E-002	4.81	1.014
25.	AFMPR01PA	3.600E-003	1.377E-002	1.81	1.014
26.	AFMPS01PA	3.000E-003	1.131E-002	1.76	1.011
27.	AFMPS2PB	3.000E-003	1.131E-002	4.76	1.011
28.	ATAV0109	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
29.	ATAV0009	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
30.	AFVVU1006A	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
31.	AFVVU1016A	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
32.	AFVVU1006B	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-12 (2 중 1)

SB0 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	AFTPW12	1.200E-003	5.176E-001	431.79	2.073
2.	AFTPS02PA	1.500E-002	1.833E-001	13.04	1.224
3.	AFTPS01PB	1.500E-002	1.833E-001	13.04	1.224
4.	AFTPR02PA	7.200E-003	8.800E-002	13.13	1.096
5.	AFTPR01PB	7.200E-003	8.800E-002	13.13	1.096
6.	AFTPK12	1.200E-003	5.176E-002	432.25	1.055
7.	AFTPM02PA	1.760E-004	2.151E-002	13.20	1.022
8.	AFTPM01PB	1.760E-003	2.151E-002	13.20	1.022
9.	ATAVW109110	3.300E-003	1.423E-002	432.29	1.014
10.	ATAVW00910	3.300E-005	1.423E-002	432.29	1.014
11.	ATAVW00910	1.000E-005	1.222E-002	13.21	1.012
12.	FSCKA4FAS2A	1.000E-003	1.222E-002	13.21	1.012
13.	ATCVW1020	2.300E-003	9.920E-003	432.29	1.010
14.	AFCVW10489	2.300E-005	9.920E-003	432.29	1.010
15.	AFCVW101214	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
16.	AFCVW10078	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
17.	AFCVW10034	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
18.	EDVYW125DC	1.500E-005	6.470E-003	432.30	1.007
19.	EDBYABT01B	5.000E-004	6.111E-003	13.22	1.006
20.	EDBYABT01A	5.000E-004	6.111E-003	13.22	1.006

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-12 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치	
21.	AFPTKPPSUCT	1.400E-005	6.038E-003	432.30	1.006	1
22.	EDBYMBT01B	4.600E-004	5.622E-003	13.22	1.006	
23.	EDBYMBT01A	4.600E-004	5.622E-003	13.22	1.006	
24.	ATAV0110	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
25.	AFVVU1006B	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
26.	ATAV0010	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
27.	AFVVU1016A	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
28.	AFVVU106A	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
29.	ATAV0009	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
30.	ATAV0109	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	
31.	AFVVU1016B	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005	

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-13 (2 중 1)

SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1.	AFTPS02PA	1.500E-002	5.293E-001	35.76	2.125
2.	AFTPS01PB	1.500E-002	5.293E-001	36.76	
3.	AFTPR01PA	7.200E-003	2.541E-001	36.03	
4.	AFTPR01PB	7.200E-003	2.541E-001	36.03	
5.	AFTPM01PA	1.760E-003	6.211E-002	36.23	
6.	AFTPM01PB	1.760E-003	6.211E-002	36.23	
7.	FACKAAFAS1B	1.000E-003	3.529E-002	36.25	
8.	FSCKAAFAS2A	1.000E-003	3.529E-002	36.25	
9.	EDBYABT01A	5.000E-004	1.764E-002	36.27	
10.	EDBYABT01B	5.000E-004	1.764E-002	36.27	
11.	EDBYMBT01B	4.600E-004	1.623E-002	36.27	
12.	EDBYMBT01A	4.600E-004	1.623E-002	36.27	
13.	ATAV0109	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
14.	AFVU1016B	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
15.	ATAV0009	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
16.	AFVU1006B	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
17.	ATAV0010	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
18.	ATAV0110	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
19.	AGVU1016A	3.750E-004	1.323E-002	36.27	
20.	AFVU1006A	3.750E-004	1.323E-002	36.27	

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

Amendment 1
 December, 1998

표 10A-13 (2 중 2)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21.	AFPTY007B	1.400E-004	4.940E-003	36.28	1.005
22.	AFPTY006B	1.400E-004	4.940E-003	36.28	1.005
23.	AFCV01004B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
24.	AFCV1008A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
25.	AFCV01049	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
26.	AFCV01048	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
27.	AFCV01014B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
28.	AFCV01008B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
29.	ATCV01020A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
30.	AFCV01014A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
31.	ATCV01020B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
32.	AFCV01004A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13중 1)

Amendment 1

December, 1998

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
AFCLOSEDTM	5.00E-001	5.00E-001	TIME FRACTION WHEN AFW ISOL. MOV CLOSED	
AFCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1003A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01003B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1003B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01004A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1004A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1004B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01007A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1007A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01007B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1007B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01008A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1008A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01008B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1008B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01012A	1.25E-004	1.00E-004	MDP 01PA MINI FLOW LINE CV V1012A FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01012B	1.25E-004	1.00E-004	MDP 02PB MINI FLOW LINE CV V1012B FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01014A	1.25E-004	1.00E-004	TDP 02PA MINI FLOW LINE CV V1014A FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01014B	1.25E-004	1.00E-004	TDP 01PB MINI FLOW LINE CV V1014B FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01048	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1048 S/G 1 INLET LINE FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01049	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1049 S/G 2 INLET LINE FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCVW10034	2.08E-006	7.81E-007	CV V1003A, 1003B & V1004A, 1004B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW10078	2.08E-006	7.81E-007	CV V1007A, 1007B & V1008A, 1008B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW1012	2.08E-006	7.81E-007	CV V1012A, 1012B & V1014A, 1014B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW10489	2.08E-006	7.81E-007	CV V1048 & V1049 FAIL TO OPEN (CCF)	
AFMPK12	1.98E-005	7.44E-006	AFW MDP P01A, P02B FAIL TO RUN (CCF)	
AFMPN01PA	5.53E-003	4.44E-003	AFW MDP 01PA UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
AFMPN02PB	5.53E-003	4.44E-003	AFW MDP 02PB UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
AFMPR01PA	1.98E-003	7.44E-004	AFW MDP 01PA FAILS TO RUN	3)
AFMPR02PB	1.98E-003	7.44E-004	AFW MDP 02PB FAILS TO RUN	3)
AFMPS01PA	2.50E-003	2.00E-003	AFW MDP 01PA FAILS TO START	3)
AFMPS02PB	2.50E-003	2.00E-003	AFW MDP 02PB FAILS TO START	3)
AFMPW12	1.98E-004	1.58E-004	AFW MDP P01A, P02B FAIL TO START (CCF)	1), 2)
AFMW00043	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL. MOV V0043 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00044	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL. MOV V0044 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00045	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL. MOV V0045 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00046	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL. MOV V0046 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW34	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL. MOV 0043, 0044 FAIL TO OPEN (2 CCF)	1), 2)
AFMW345	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL. MOV 0043, 0044, 0045 FAIL TO OPEN (3 CCF)	1), 2)

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 2)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
AFMW3456	4.25E-005	3.40E-005	AFW ISOL.MOV 0043, 0044, 0045,0045FAOL TO OPEN (4CCF)	
AFMW346	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0044,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW35	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0045 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW356	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0045,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW36	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW36D2	2.13E-006	1.70E-006	CCF OF DRIVERS FOR AFW ISOL.MOV 0043 & 0046 (2 CCF)	
AFMW45	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0045 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW456	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0045,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW45D2	2.13E-006	1.70E-006	CCF OF DRIVERS FOR AFW ISOL.MOV 0044 & 0045 (2 CCF)	
AFMW46	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW56	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0045, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFPTKPPSUCT	1.40E-005	5.20E-006	CCF OF AFW PUMP SUCTION PRESSURE TRANSMITTERS	
AFPTY005B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P01A SUCTION PT-005B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY006B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P01B SUCTION PT-006B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY007B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P02A SUCTION PT-007B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY008B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P02B SUCTION PT-008B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFSV00035A	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0035 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV00036A	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0036 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV00037B	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0037 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV0003567	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0038 FAILS TO OPERATE	1), 2)0
AFSV00035678	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0036 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003568	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 035, 036&037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000357	4.25E-005	1.70E-005	AFW MODULATING SV 035,036,037,038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003578	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 0035, 036&038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000358	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000367	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 035, 037&038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003678	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000368	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0036 & 0037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000378	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0037 & 0 38 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFTP12	1.20E-004	9.10E-005	AFW TDP P01B, P02A AFIL TO RUN (CCF)	
AFTP01PB	1.76E-003	1.55E-003	AFW TDP 01PA UNAVAILABLE DRE TEST & MAINTENANCE	5)

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 3)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장을		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
AFTPM02PA	1.76E-003	1.55E-003	AFW TOP 02PA UNAVAILABLE DUE TO TEST& MAINTENANCE	5)
AFTPR01PB	7.20E-003	5.30E-003	AFW TDP 01PB FAILS TO RUN	3)
AFTPR02PA	7.20E-003	5.30E-003	AFW TDP 02PA FAILS TO RUN	3)
AFTPS01PB	1.50E-002	1.11E-002	AFW TDP 01PB FAILS TO START	3)
AFTPS02PA	1.50E-002	1.11E-002	AFW TDP 02PA FAILS TO START	3)
AFTPW12	1.20E-003	8.80E-004	MDP 01A SUCT. LINE VV V1001A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1001A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B SUCT. LINE VV V1001B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1001B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A SUCT. LINE VV V1002A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1002A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B SUCT. LINE VV V1002B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1002B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A DISCH. LINE VV V1005A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1005A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B DISCH. LINE VV V1005B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1005B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A DISCH. LINE VV V1006A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1006A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B DISCH. LINE VV V1006B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1006B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A MINI. LINE VV V1011A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1011A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B MINI. LINE VV V1011B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1011B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A MINI. LINE VV V1013A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1013A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B MINI. LINE VV V1013B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1013B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A DISCH. LINE VV V1005A NOT RESTORED AFTER T&M	2)
AFVUU1005A	3.75E-004	2.32E-004	MDP 02B DISCH. LINE VV V1005B NOT RESTORED AFTER T&M	2)
AFVUU1006A	3.75E-004	2.32E-004	TDP 02A DISCH. LINE VV V1006A NOT RESTORED AFTER T&M	2)
AFVUU1006B	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1015A	5)
AFVUU1015A	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1015B	5)
AFVUU1015B	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1016A	5)
AFVUU1016B	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1016B	5)
ATAV0009	3.75E-004	3.00E-004	AFW TBN STEAM ISOL. VALVE AV009 FAILS TO OPEN	2)
ATAV0010	3.75E-004	3.00E-004	AFW TBN STEAM ISOL. VALVE AV010 FAILS TO OPEN	2)
ATAV0110	3.75E-004	3.00E-004	AV109 FAILS TO OPEN	2)
ATAVW00910	3.30E-005	2.60E-005	AV110 FAILS TO OPEN	2)
ATAVW109110	3.30E-005	2.60E-005	AV109 & AV110 FAIL TO OPEN (CCF)	
ATCV01020A	1.25E-004	1.00E-004	MAIN STEAM SUPPLY LINE CV V1020A FAILS TO OPEN	1), 2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 4)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
ATCV01020B	1.25E-004	1.00E-004	MAIN STEAM SUPPLY LINE CV V1020B FAILS TO OPEN	1), 2)
ATCVW1020	2.30E-005	1.80E-005	CV V1020A & V1020B FAIL TO OPEN (CCF)	
ATVVT1151	1.90E-005	7.20E-006	MAIN STEAM LINE VV 1151 TO TDP 02PA TRANSFER CLOSE	2)
ATVVT1152	1.90E-005	7.20E-006	MAIN STEAM LINE VV 1152 TO TDP 01PB TRANSFER CLOSE	2)
CCCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	CCW PUMP 02PA DISCH. CV 1003 FAILS TO OPNE ON DEMAND	1), 2)
CCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	CCW PUMP 02PB DISCH. CV 1004 FAILS TO OPNE ON DEMAND	1), 2)
CCVPKRUN	6.20E-007	1.50E-007	CCF-CCW PUMPS 01PA, 02PB, 02PA, 02PB FAIL TO RUN	
CCNPR001PA	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PA AFILS TO RUN	3)
CCNPR001PB	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PB AFILS TO RUN	3)
CCNPR002PA	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PA AFILS TO RUN	3)
CCNPR002PB	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PB AFILS TO RUN	3)
CCNPS002PA	1.30E-003	5.33E-004	CCW PUMP 02PA AFILS TO START	3)
CCNPS002PB	1.30E-003	5.33E-004	CCW PUMP 02PB AFILS TO START	3)
CCNPV02PA	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START THE STANDBY CCW PUMP 02PA	5)
CCNPV02PB	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START THE STANDBY CCW PUMP 02PB	5)
CCNPWSTART	1.30E-004	5.30E-005	CCFCCW PUMP 02PA, 02PB FAIL TO START	
CCNV00102A	1.25E-003	1.00E-003	DG HX ISOLATION VALVE MV105 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCNV00106B	1.25E-003	1.00E-003	DG HX ISOLATION VALVE MV106 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCNV0095A	1.25E-003	1.00E-003	ECW CONDENSOR 02CA DISCH MOV 095 FAILS TO OPEN	1), 2)
CCNV0096B	1.25E-003	1.00E-003	ECW CONDENSOR 02CB DISCH MOV 096 FAILS TO OPEN	1), 2)
CCNV0096B	2.13E-006	1.70E-003	CCF-CCW TO DG HX ISOLATION VALVE FAIL TO OPEN	
CCNVWDGHX	2.13E-006	1.70E-006	CCF-ECW CONDENSOR DISCH. MOV 095/-96 FAILS TO OPEN	
CCNVWMOV5	2.50E-004	9.39E-006	PRESS. SW. IN THE CCW PP DISCH. FAIL TO GENERATE SIGNAL	3)
CCPW4534A	2.50E-004	9.39E-005	PRESS. SW. IN THE CCW PP DISCH. FAIL TO GENERATE SIGNAL	3)
CCPW4534B	2.50E-005	9.40E-005	CCF OF PRESS. SW. 53.54 IN THE CCW PUMP DESCHARGE	
CCPW534	3.75E-004	2.32E-006	CCW PUMP 02PA DISCH. VALVE V1009 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1009A	3.75E-004	2.32E-004	CCW PUMP 02PB DISCH. VALVE V010 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1010B	3.75E-004	2.32E-004	DG HX A DISCH. V1021 NOT RESTORED AFTER TEST & MAINT.	5)
CCVVU1021	3.75E-004	2.32E-004	DG HX B DISCH. V1022 NOT RESTORED AFTER TEST & MAINT.	5)
CCVVU1022	3.75E-004	2.32E-004	DG HX B DISCH. V1022 NOT RESTORED AFTER TEST & MAINT.	5)
CCVVU1149	3.75E-004	2.32E-004	CCW HX A DISCH. VV V1149 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1150	3.75E-004	2.32E-004	CCW HX B DISCH. VV V1150 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1925	3.75E-004	2.32E-004	CHILLER 2A VV 1019/ 1025 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU2026	3.75E-004	2.32E-004	CHILLER 2B VV 1020/ 1026 NOT RESTORED AFTER T&M	5)

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 5)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
CCVVV1143	2.26E-002	2.40E-006	OPEATOR FAILS TO OPEN CCW HX A ISOLATION VV V1143	5)
CCVVV1144	2.26E-002	2.40E-005	OPEATOR FAILS TO OPEN CCW HX B ISOLATION VV V1144	5)
CCWYK01A	7.20E-005	2.40E-006	CCW SURGE TANK 01A EMPTY LEVEL MISSIG. TRAIN A	3)
CCWYK01B	7.20E-005	2.40E-006	CCW SURGE TANK 01B EMPTY LEVEL MISSIG. TRAIN B	3)
CDTKBCST1A	2.40E-005	2.40E-006	CST A FAILS CATASTROPHICALLY	3)
CDTKBCST2B	2.40E-005	2.40E-006	CST A FAILS CATASTROPHICALLY	3)
CDVT1167	1.90E-005	2.40E-005	SG1 PUMPS RETURN LINE TO CST A V1167 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1196	1.90E-005	2.40E-005	SG2 PUMPS RETURN LINE TO CST B V1196 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1347	1.90E-005	2.40E-005	SG1 PUMPS SUCT. LINE FROM CST B VV1348 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1348	1.90E-005	2.40E-005	SG2 PUMPS SUCT. LINE FROM CST B VV1348 TRANSFER CLOSED	4)
CWCKAECWA	1.00E-005	2.40E-003	ECW PP PP02A/CHILLER CH02A ACTUATING CIRCUIT FAIL	4)
CWCKAECWB	1.00E-002	5.26E-003	ECW PP PP02B/CHILLER CH02B ACTUATING CIRCUIT FAIL	
CWCKWECWS	1.00E-002	5.26E-004	CCF OF ECW PUMP/CHILLER ACTUATING CIRCUIT	
CWCKRLN	2.40E-002	5.26E-005	ESSENTIAL CHILLER FAILS TO RUN DUE TO CCF	
CWCLM0002A	5.09E-002	5.26E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02A UNAVAILABLE DURING T&M	5)
CWCLM0002B	5.09E-002	1.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02B UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANC	5)
CWCLR0001A	2.40E-002	1.00E-004	ESSENTIAL CHILLER CH01A FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR0001B	2.40E-001	7.20E-004	ESSENTIAL CHILLER CH01B FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR002A	2.40E-001	7.20E-004	ESSENTIAL CHILLER CH02A FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR0002B	2.40E-002	3.00E-004	ESSENTIAL CHILLER CH02B FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLS0002A	6.00E-002	3.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02A FAILS TO START	3)
CWCRS0002B	6.00E-004	6.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02B FAILS TO START	3)
CWCLWSTART	6.00E-004	6.00E-004	ESSENTIAL CHILLER FAIL TO START DUE TO CCF	
CWCV01014A	1.25E-004	6.00E-004	CHECK VALVE 1014A FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CWCV01014B	1.25E-004	6.00E-004	CHECK VALVE 1014B FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CWHSUECWA	8.80E-006	7.20E-004	CONTROL SW FOR ECWP PP02A/CHILLER CH02A SET OFF POSITION	4)
CWHSUECWB	8.80E-005	7.20E-004	CONTROL SW FOR ECWP PP02B/CHILLER CH02B SET OFF POSITION	4)
CWMPKRLN	3.10E-005	7.20E-006	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP FAILS TO RUN DUE TO CCF	
CWMPM002PA	5.08E-005	2.40E-003	ECW PUMP PP02A UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
CWMPM002B	5.09E-005	2.40E-003	ECW PUMP PP02B UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
CWMPR001PA	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP01A FAILS TO RUN	3)
CWMPR001PB	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP01B FAILS TO RUN	3)
CWMPR002PA	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP02A FAILS TO RUN	3)

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 6)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장을		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
CWMPR002PB	6.00E-004	1.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP02B FAILS TO RUN	3)
CWMP002PA	2.00E-003	8.20E-004	ECW PUMP PP02A FAILS TO STQRT	3)
CWMP002PB	2.00E-003	8.20E-004	ECW PUMP PP02B FAILS TO STQRT	3)
CWMPV002CA	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW CHILLER CH02A	5)
CWMPV002CB	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW CHILLER CH02B	5)
CWMPV002PA	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW PUMP PP02A	5)
CWMPV002PB	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW PUMP PP02B	5)
CWMPWSTART	2.00E-002	8.20E-005	ECW PUMP FAIL TO START ELD TO CCF	
EDBCABC01A	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01A FAILS TO MAINTAI OUTPUT	3)
EDBCABC01B	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01B FAILS TO MAINTAIN OUTPU	3)
EDBCABC01C	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01C FAILS TO MAINTAIN OUTPUT	3)
EDBCABC01D	1.68E-004	1.50E-004	1E GATTERY CHATGER BC01D FAILS TO MAINTAIN OUTPUT	3)
EDBCK125DC	1.70E-004	1.50E-005	1E BATTERY CHATGER FAIL TO MAINTAIN OUTPUT (CCF)	
EDBCMBC01A	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01A UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBCMBC01B	4.60E-005	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01B UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBCMBC01D	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01C UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBSK125DC	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01D UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBSYDC01A	4.80E-004	3.70E-007	FAULTS ON 1E 125V DC CONTTOL CENTERS (COMMON CAUSE)	
EDBSYDC01B	4.80E-004	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01A	3)
EDBSYDC01C	4.80E-007	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01B	3)
EDBSYDC01D	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01C	3)
EDBYABT01A	5.00E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01D	3)
EDBYABT01B	5.00E-006	1.88E-004	1E BATTERY BT01A FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYABT01C	5.00E-006	1.88E-004	1E BATTERY BT01B FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYABT01D	5.00E-004	1.88E-004	1E BATTERY BT01C FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYNBT01A	4.60E-004	1.88E-004	1E BATTERY BT01D FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYNBT01B	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01A UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYNBT01C	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01B UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYNBT01D	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01C UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYW125DC	1.50E-005	3.78E-006	1E BATTERY BT01D UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDLBIBT01A	3.00E-005	5.50E-006	1E GATTERY FAILS TO PROVIDE OUTPUT (CCF)	
EDLBIBT01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01A LOAD BKR TO DC01A SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIBT01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01B LOAD BKR TO DC01B SPURIOUS OPEN	2)

1

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 7)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
EDLBIBT01C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01C LOAD BKR TO D001C SPURIOUS OPNE	2)
EDLBIBT01D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01C LOAD BKR TO D001D SPURIOUS OPNE	2)
EDLBIDC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01A LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01B LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01C LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01D LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDG01KA	3.00E-005	2.40E-005	1E 125V DC BUS LOAD BUS LOAD BRK TO 1E D/G 01KA SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDG01KB	3.00E-005	2.40E-005	1E 125V DC BUS LOAD BUS LOAD BRK TO 1E D/G 01KB SPURIOUS OPEN	2)
EGDGK01KAB	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & 1E D/G 01KB FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGK01KABS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGK01KAS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDG01KBS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGN01KA	2.63E-003	2.31E-003	1E DIESEL GENERATOR 01KA UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EGDGN01KB	2.63E-003	2.31E-003	1E DIESEL GENERATOR 01KB UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EGDGR01KA	1.90E-003	7.20E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KA FAILS TO RUN	2)
EGDGR01KB	1.90E-001	7.20E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KB FAILS TO RUN	2)
EGDGS01KA	3.75E-001	3.00E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KA FAILS TO START	2)
EGDGS01KB	3.75E-002	3.00E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KB FAILS TO START	2)
EGDGW01KAB	8.60E-002	6.90E-005	1E D/G 01KA & 1E D/G 01KB FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KABS	5.60E-005	4.50E-004	1E D/G 01KA & 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KAS	8.60E-004	6.90E-005	1E D/G 01KA & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KBS	8.60E-005	6.90E-005	1E D/G 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EKBSKSW01AB	4.80E-005	3.70E-007	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUSES (COMMON CAUSE)	
EKBSYSW01A	4.80E-007	3.70E-006	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01A	3)
EKBSYSW01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01B	3)
EKHBCDG91KA	1.25E-006	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM D/G 01KA FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCDG1KB	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01B FEED BRK FROM D/G 01KA FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCSATA	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM SAT TRO1M FAIL TO CLOSE	2)
EKHBCSATB	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM SAT TRO1M FAIL TO CLOSE	2)
EKHBCSW01AS	1.25E-003	1.00E-003	4.16KV SW01A FEED C/B FROM SW01S FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCSW01BS	1.25E-003	1.00E-003	4.16KV SW01B FEED C/B FROM SW01S FAILS TO CLOSE	2)
EKHBITR01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01A REED BKR SPURIOUS OPEN	2)
EKHBITR01B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01B REED BKR SPURIOUS OPEN	2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 8)

정량화에 사용된 고장율 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
EKHBTR01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480B AAC L/C XFMR RT01S FEED BKR OPEN SPURIOUSLY	2)
EKHBTR02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480B LOAD CENTER XFMR RT02A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
EKHBTR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR RT02B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
EKHBIC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM RAT TR01M SPURIOUS OPEN	2)
EKHBIC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E 4.16KV BUS SW01B FEED BRK FROM RAT TR01M SPURIOUS OPEN	2)
ELBSK480LC	4.80E-007	3.70E-007	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS (COMMON CAUSE)	
ELBSYLC01A	4.80E-005	3.70E-006	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC01A	3)
ELBSYLC01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC01B	3)
ELBSYLC01S	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V AAC LOAD CENTER BUS LC01S	3)
ELBSYLC02A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC02A	3)
ELBSYLC02B	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC02B	3)
ELLBIC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIC01C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01C FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIC01D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01D FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 40V LOAD CENTER BUS LC01A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E 40V LOAD CENTER BUS LC01B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V AAC L/C LC01S FEED BREAKER OPEN SPURIOUSLY	2)
ELLBILC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER BUS LC02A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER BUS LC02B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELNMX480XFMR	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR FAIL WHILE OPERATING (CCF)	
ELNMYTR01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01A FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01B FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V AAC LC XFMR TR01S FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR02A FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR02B FAILS WHILE OPERATING	2)
ENBSK480MCC	4.80E-007	3.70E-007	FAULTS ON 1E 480V MCC (COMMON CAUSE)	
ENBSYMC01A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)
ENBSYMC02A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC02B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)
ENBSYMC03A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC03B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 9)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
EMBSYMC04A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC04A	3)
EMBSYMC02B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC04B	3)
CMBSYMC05A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC05A	3)
CMBSYMC05B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC05B	3)
EMBSYMC06A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC06A	3)
EMBSYMC06B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC06B	3)
EMBSYMC07B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC07A	3)
EMBSYMC07B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC07B	3)
EMBSYMC08B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC08A	3)
EMBSYMC08B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC08B	3)
ENLBIMC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC01A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC01B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC02A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC02B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC03A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC03A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC03A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC03B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC04A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC04A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC04A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC04B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC05A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC05A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC05A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC05B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC06A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC06A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC06A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC06B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC07A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC07A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC07A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC07B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC08A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC08A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC08A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC08B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ESBSYDC01S	4.80E-006	3.70E-006	FFULT ON AAC 125 DC CONTROL CENTER BUS DC01S	3)
ESBSYSW01S	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON AAC 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01S	3)
ESBYABT01S	5.00E-004	1.88E-004	AAC BATTERY BT01S FAILS TO PROVIDE OUTPUT	3)
ESBYMBT01S	4.60E-004	3.78E-004	AAC BATTERY BT01S UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
ESDGM01KS	2.78E-002	1.04E-002	AAC D/G 01KS UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
ESDGR02KS	1.90E-001	7.20E-002	AAC D/G 01KS FAILS TO RUN	2)
ESDGS01KS	3.75E-002	3.00E-002	AAC D/G 01KS FAILS TO START	2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 10)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
ESDGU01KS	1.36E-003	5.11E-004	OPERATOR FAILS TO START AAC D/G 01KS	5)
ESHBCDG01KS	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV BUS FEED BRK FROM AAC DG FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01A	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV SW01S LOAD D/B TO SW01A FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01B	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV SW01S LOAD C/B TO SW01A FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01A	1.00E-003	3.75E-004	OPERATOR FAILS TO CONNECT C/B FROM SW01S TO SW01A	6)
ESHBCSW01B	1.00E-003	3.75E-004	OPERATOR FAILS TO CONNECT FROM SW01S TO SW01B	6)
ESLBIBT01S	3.00E-005	2.40E-005	AAC 125V DC BUS FIID BRK FROM AAC BAT SPURIOUS OPEN	2)
ESLBIDG01KS	3.00E-005	2.40E-005	AAC D/G 01KS FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
FSCKAAS1A	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-1A SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAAS1B	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-1B SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAAS2A	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-2A SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAAS2B	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-2B SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCQACQ13A	1.00E-003	3.75E-004	FAILURE OF ACTUATION SIGNAL FOR CQ 0013A	4)
FSCQACQ13B	1.00E-003	3.75E-004	FAILURE OF ACTUATION SIGNAL FOR CQ 0013B	4)
FSCQASIASA	1.00E-003	3.75E-004	NO SAFETY INJECTION ACTUATION SIGNAL TRAIN A	4)
FSCQASIASB	1.00E-003	3.75E-004	NO SAFETY INJECTION ACTUATION SIGNAL TRAIN B	4)
HCCQK0013	2.40E-005	1.80E-005	CUBICLE COOLERS FOR AFW MDP ROOM FAIL TO RUN (CCF)	
HCCQKCCP	2.40E-005	1.80E-005	RUNNING CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLERS	
HCCQR0013A	2.40E-004	1.80E-004	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM FAILS TO RUN	3)
HCCQR0013B	2.40E-004	1.80E-004	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP6A	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 16A FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP6B	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 16B FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP7A	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP7B	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 17B FAILS TO RUN	3)
HCCQS0013A	6.00E-003	5.42E-003	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM FAILS TO START	3)
HCCQS0013B	6.00E-003	5.42E-003	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM FAILS TO START	3)
HCCQSCCP7A	6.00E-003	5.42E-003	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A FAILS TO START	3)
HCCQSCCP7B	6.00E-003	5.42E-003	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17B FAILS TO START	3)
HCCQVCCPA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START CCW PUMP ROOM A CUBICLE COOLER	5)
HCCQVCCPB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START CCW PUMP ROOM B CUBICLE COOLER	5)
HCCQW0013	6.00E-004	5.40E-004	CUBICLE COOLERS FOR AFW MDP ROOM FAIL TO START (CCF)	
HCCQWCCP7AB	6.00E-004	5.40E-004	DEMAND CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A&17B	
HCIKACCP7A	2.00E-004	7.51E-005	CCW PUMP ROOM A CUBICLE COOLER INTERLOCK FAILS	4)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 11)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
HCIKACCP7B	2.00E-004	7.51E-005	CCW PUMP ROOM B CUBICLE COOLER INTERLOCK FAILS	4)
HCIDWCCP7AB	2.00E-005	7.50E-006	CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLERS INTERLOCK	
HCSKUCCPA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS.OF HAND SW.OF SQ FOR CCW PP ROOM A ON LOCAL	4)
HCSKUCCPB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS.OF HAND SW.OF SQ FOR CCW PP ROOM B ON LOCAL	4)
HC\TTAFP1A	1.90E-005	7.20E-006	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM VALVES FAIL CLOSED	2)
HC\TTAGNP2B	1.90E-005	7.20E-006	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM VALVES FAIL CLOSED	2)
HDABKFAN	2.40E-005	2.40E-005	RUNNING CCF OF DG ROOM FANS	
HDABR02CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CA FAILS TO RUN	3)
HDABR03CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CB FAILS TO RUN	3)
HDABR03CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CS FAILS TO RUN	3)
HDABR04CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CA FAILS TO RUN	3)
HDABR04CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CB FAILS TO RUN	3)
HDABR04CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CS FAILS TO RUN	3)
HDABR05CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CA FAILS TO RUN	3)
HDABR05CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CB FAILS TO RUN	3)
HDABR05CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CS FAILS TO RUN	3)
HDABR06CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CA FAILS TO RUN	3)
HDABR06CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CB FAILS TO RUN	3)
HDABR06CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CS FAILS TO RUN	3)
HDABR03CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CA FAILS TO START	3)
HDABR03CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CB FAILS TO START	3)
HDABR03CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CS FAILS TO START	3)
HDABR04CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CA FAILS TO START	3)
HDABR04CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CB FAILS TO START	3)
HDABR04CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CS FAILS TO START	3)
HDABR05CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CA FAILS TO START	3)
HDABR05CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CB FAILS TO START	3)
HDABR05CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CS FAILS TO START	3)
HDABR06CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CA FAILS TO START	3)
HDABR06CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CB FAILS TO START	3)
HDABR06CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CS FAILS TO START	3)
HDABVDG01KA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START FAN FOR DG 01KA ROOM CENTILATION	5)
HDABVDG01KB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START FAN FOR DG 01KB ROOM CENTILATION	5)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 12)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
HDABVDG01KS	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO TART FAN FOR AAC DG ROOM VENTILATION	5)
HDABWIFAN	6.00E-005	1.50E-005	DEMAND CCF OF DG ROOM FANS	
HDCKA01CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA03CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA04CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKWFAN	1.00E-004	3.80E-005	CCF OF DG ROOM FANS ACTUATION CIRCUIT	
HDSKUDG01KA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION OF HAND SWITCH OF FAN FOR DG 01KA	4)
HDSKUDG01KB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION OF HAND SW. OF FAN FOR DG 01KB RM	4)
HDDKUDG01KS	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION OF HAND SW. OFFAN FOR AAC DG 01KS	4)
HHABKESWP	2.40E-005	2.40E-005	RUNNING CCF OF ESW PUMP ROOM AHU'S	
HHABR01CA	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH01A FAILS TO RUN	3)
HHABR01CB	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH01B FAILS TO RUN	3)
HHABR02CA	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02A FAILS TO RUN	3)
HHABR02CB	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02B FAILS TO RUN	3)
HHABR02CA	6.00E-004	1.46E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02A FAILS TO START	3)
HHABR02CB	6.00E-004	1.46E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02B FAILS TO START	3)
HHABR02CA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START AHU 01CA IN SEW PUMP ROOM	5)
HHABR02CB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START AHU 02CB IN SEW PUMP ROOM	5)
HHABR02AB	6.00E-005	1.50E-005	DEMANDING CCF OF ESW PUMP ROOM AHU'S AH02A & AH02B	
HHABR02CA	2.00E-004	7.51E-005	ESW PUMP RMA AHU 02CA INTERLOCK FAILS TO GEN. SIGNAL	4)
HHABR02CB	2.00E-004	7.51E-005	ESW PUMP RM B AHU 02CB INTERLOCK FAILS TO GEN. SIGNAL	4)
HHIKA01CB	2.00E-005	7.50E-006	DEMAND CCF OF ESW PUMP ROOM AHU INTERLOCK	
HHSKU02CA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF AHU FOR ESW PUMP RM A ON LCP	4)
HHSKU02CB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF AHU FOR ESW PUMP RM B ON LCP	4)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 13)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
NOXHKSAT	3.00E-006	2.40E-006	FAULTS ON STANDBY AUX. XFMRs (COMMON CAUSE)	
NOXHKSAT	3.00E-006	2.40E-006	FAULTS ON UNIT AUX. XFMRs (COMMON CAUSE)	
NOXGMSATA	9.77E-003	6.51E-003	SAT TRO2M UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
NOXGMSATB	9.77E-003	6.51E-003	SAT TRO2N UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
NOXHMAIN	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON MAIN XFMR	2)
NOXHYSATA	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON STANDBY AUX. XFMR TRO2M	2)
NOXHYSATB	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON STANDBY AUX. XFMR TRO2N	2)
NOXHYUATA	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON UNIT AUX. XFMR TRO1M	2)
NOXHYUATB	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON UNIT AUX. XFMR TRO1N	2)
SWCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	ESW PUMP 02PA DISCH. CV 1003 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
SWCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	ESW PUMP 02PB DISCH. CV 1004 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
SWIKAESWP	2.00E-004	7.51E-005	ESW TRAIN A PUMP INTERLOCK FAILS TO ACTUATE ESW PP	4)
SWIKAESWPB	2.00E-004	7.51E-005	ESW TRAIN B PUMP INTERLOCK FAILS TO ACTUATE ESW PP	4)
SWIKAESWP	2.00E-005	7.50E-006	CCF OF ESW PUMP INTERLOCKS	
SWPKRLN	4.00E-006	9.60E-007	CCF FOR ESW PUMPS RUNNING	
SWMPM002PA	2.63E-003	2.31E-003	ESW PUMP 02PA UNAVAILABLE DURING TEST&MAINTENANCE	5)
SWMPM002PB	2.63E-003	3.31E-003	ESW PUMP 02PB UNAVAILABLE DURING TEST&MAINTENANCE	5)
SWMPM001PA	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 01PA FAILS TO RUN	3)
SWMPM001PB	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 01PB FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PA	7.68E-004	1.90E-004	ESW PUMP 02PA FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PB	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 02PB FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PA	2.40E-003	9.84E-004	ESW PUMP 02PA FAILS TO START	3)
SWMPM002PB	2.40E-003	9.84E-004	ESW PUMP 02PB FAILS TO START	3)
SWMPVESWP	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START STANDBY ESW PUMP 02PA, 02PB	5)
SWMPVSTATR	2.40E-004	9.80E-005	CCF OF ESW PUMPS START	
SWVHX02A	2.26E-002	1.40E-002	OPERATOR FAILS TO ARRANGE HX 02A (VV1007, VV1013)	6)
SWVHX02B	2.26E-002	1.40E-002	OPERATOR FAILS TO ARRANGE HX 02B0	6)

1

Data Sources : 1) NUREG-0635, 2) WASH-1400, 3) EPRI UR KAG Rev.5, 4) UCN3&4 Preliminary PSA, 5) UCN3&4 Final PSA,
6) Engineering Judgment

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-15

보조급수계통 신뢰도분석에 사용된 공통원인 변수

기기	공통원인고장 분류크기	고장모드	공통원인 변수
보조급수 터빈구동펌프	2대 (동일구동축펌프)	기동실패 가동중 실패	$\beta=7.9E-2$ $\beta=1.7E-2$
보조급수 모터구동펌프	2대 (동일구동축펌프)	기동 실패 가동중실패	$\beta=7.9E-2$ $\beta=1.7E-2$
1차측기기냉각해수계통펌프 2대 펌프 (필수냉방수펌프, 4대 펌프) 기기냉각수 펌프)		기동 실패 가동중 실패	$\beta=1.0E-1$ $\beta=2.6E-2$ $\tau=2.0E-1$ $\delta=1.0E-0$
모터구동밸브 (솔레노이드밸브)	4 밸브	요구 운전 실패	$\beta=4.9E-2$ $\tau=9.0E-1$ $\delta=7.8E-1$
공기구동밸브	2 밸브	요구 운전 실패	$\beta=8.8E-2$
체크밸브	4 밸브	요구시 개방 실패	$\beta=1.7E-1$ $\tau=9.6E-1$ $\delta=8.6E-1$
디젤발전기	3 대	기동 실패 운전중 고장	$\beta=2.0E-2$ $\tau=7.6E-1$ $\beta=4.0E-2$ $\tau=4.1E-1$
축전지	2 뱅크	운전 실패	$\beta=2.9E-2$
기타 기기들		운전 실패	$\beta=1.0E-1$ ¹⁾

1) EPRI URD KAG Rev. 5에 공통원인고장 변수가 수록되어 있지 않은 경우 보수적으로 이 값을 사용함.

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 3)

이용불능도 = 1.02E-03

43.	1.88E-06	ATVVT1151	AFTPS01PB
44.	1.88E-06	ATCV01020A	AFTPS01PB
45.	1.88E-06	EDBYMBT01A	AFTPS01PB
46.	1.55E-06	AFCV01048	AFTPS02PA
47.	1.88E-06	AFTPS01PB	AFCV01049
48.	1.88E-06	EDBYABT01A	AFTPS01PB
49.	1.88E-06	AFCV01004A	AFTPS01PB
50.	1.88E-06	AFCV01014A	AFTPS01PB
51.	1.88E-06	AFVVT1006A	AFTPS01PB
52.	1.88E-06	AFVVT1013A	AFTPS01PB
53.	1.88E-06	AFVVT1002A	AFTPS01PB
54.	1.88E-06	AFTPS02PA	AFCV01004B
55.	1.88E-06	AFTPS02PA	AFVVT1006B
56.	1.88E-06	AFTPS02PA	AFVVT1002B
57.	1.88E-06	CDVVT1196	AFTPS01PB
58.	1.88E-06	AFTPS01PA	ATMVT0018
59.	1.88E-06	AFTPS02PA	ATMVT1152
60.	1.88E-06	AFTPS02PA	ATCV01020B
61.	1.88E-06	AFTPS02PA	AFCV01014B
62.	1.88E-06	AFTPS02PA	AFVVT1013B
63.	1.88E-06	AFTPS02PA	CDVVT1167
64.	1.88E-06	AFTPS02PA	CDVVT1347

10. A-56

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 4)

이용불능도 = 1.02E-03

65.	1.88E-06	AFCV01008B	AFTPS02PA
66.	1.56E-06	FSAFAS2A	FSAFAS1B
67.	1.49E-06	AFTPM02PA	AFVVU1006B
68.	1.49E-06	AFTPM02PA	AFVVU1016B
69.	1.49E-06	AFVVU1016A	AFTPM01PB
70.	1.49E-06	AFVVU1006A	AFTPM01PB
71.	1.47E-06	AFTPM02PA	ATAV0010
72.	1.47E-06	AFTPM02PA	ATAV0110
73.	1.47E-06	ATAV0009	AFTPM01PB
74.	1.47E-06	ATAV0109	AFTPM01PB
75.	1.35E-06	EDBSYDC01B	AFTPS01PA
76.	1.35E-06	AFTPS01PB	EDBSYDC01A
77.	1.25E-06	FSAFAS1B	LOIA-A
78.	1.25E-06	LOIA-B	FSAFAS2A
79.	1.00E-06	LOIA-A	LOIA-B
80.	9.58E-07	AFPTY007B	AFTPS01PB
81.	9.58E-07	AFTPS02PA	AFTPY006B
82.	9.00E-07	ATMVT0017	AFTPR01PB
83.	9.00E-07	CDVVT1348	AFTPR01PB
84.	9.00E-07	AFTPR01PB	AFCV01008A
85.	9.00E-07	ATVVT1151	AFTPR01PB
86.	9.00E-07	ATCV01020A	AFTPR01PB

10. A-57

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 5)

이용불능도 = 1.02E-03

87.	9.00E-07	EDBYMBT01A	AFTPR01PB
88.	9.00E-07	AFCV01048	AFTPR02PA
89.	9.00E-07	AFTPR01PB	AFCV01049
90.	9.00E-07	EDBYABT01A	AFTPR01PB
91.	9.00E-07	AFCV01004A	AFTPR01PB
92.	9.00E-07	AFCV01014A	AFTPR01PB
93.	9.00E-07	AFVVT1006A	AFTPR01PB
94.	9.00E-07	AFVVT1013A	AFTPR01PB
95.	9.00E-07	AFVVT1002A	AFTPR01PB
96.	9.00E-07	CDVVT1196	AFTPR01PB
97.	9.00E-07	AFTPR02PA	EDBYMBT01B
98.	9.00E-07	AFTPR02PA	EDBYABT01B
99.	9.00E-07	AFTPR02PA	AFCV01004B
100.	9.00E-07	AFTPR02PA	AFVVT1006B
101.	9.00E-07	AFTPR02PA	AFVVT1002B
102.	9.00E-07	AFTPR02PA	ATMVT0018
103.	9.00E-07	AFTPR02PA	ATVVT1152
104.	9.00E-07	AFTPR02PA	ATCV01020B
105.	9.00E-07	AFTPR02PA	AFCV01014B
106.	9.00E-07	AFTPR02PA	AFVVT1013B
107.	9.00E-07	AFTPR02PA	CDVVT1167
108.	9.00E-07	AFTPR02PA	CDVVT1347



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 6)

이용불능도 = 1.02E-03

109.	9.00E-07	AFCV01008B	AFTPR02PA
110.	6.66E-07	ATEVT0019	AFTPS01PB
111.	6.66E-07	AFTPS02PA	ATEVY0020
112.	6.48E-07	AFTPR01PB	EDBSYDC01A
113.	6.48E-07	EDBSYDC01B	AFTPR02PA
114.	4.91E-07	AFTPM02PA	AFVVT1006B
115.	4.91E-07	AFTPM02PA	AFVVT1002B
116.	4.91E-07	AFTPM02PA	ATMVT0018
117.	4.91E-07	AFTPM02PA	ATVVT1152
118.	4.91E-07	AFTPM02PA	ATCV01020B
119.	4.91E-07	AFTPM02PA	AFCV01014B
120.	4.91E-07	AFTPM02PA	AFVVT1013B
121.	4.91E-07	AFTPM02PA	CDVVT1167
122.	4.91E-07	AFTPM02PA	CDVVT1347
123.	4.91E-07	AFCV01008B	AFTPM02PA
124.	4.91E-07	ATMVT0017	AFTPM01PB
125.	4.91E-07	CDVVT1348	AFTPM01PB
126.	4.91E-07	AFTPM01PB	AFCV01008A
127.	4.91E-07	ATVVT1151	AFTPM01PB
128.	4.91E-07	ATCV01020A	AFTPM01PB
129.	4.91E-07	EDBYMBT01A	AFTPM01PB
130.	4.91E-07	AFTPM01PB	AFCV01049

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 7)

이용불능도 = 1.02E-03

131.	4.91E-07	EDBYABT01A	AFTPM01PB
132.	4.91E-07	AFCV01004A	AFTPM01PB
133.	4.91E-07	AFCV01014A	AFTPM01PB
134.	4.91E-07	AFVVT1006A	AFTPM01PB
135.	4.91E-07	AFTPM02PA	EDBYMBT01B
136.	4.91E-07	AFTPM02PA	EDBYABT01B
137.	4.91E-07	AFVVT1013A	AFTPM01PB
138.	4.91E-07	AFVVT1002A	AFTPM01PB
139.	4.91E-07	AFCV01048	AFTPM02PA
140.	4.91E-07	CDVVT1196	AFTPM01PB
141.	4.91E-07	AFTPM02PA	AFCV01004B
142.	4.75E-07	FSAFAS1B	AFVU1006A
143.	4.75E-07	FSAFAS1B	AFVU1016A
144.	4.75E-07	AFVU1006B	FSAFAS2A
145.	4.75E-07	AFVU1016B	FSAFAS2A
146.	4.69E-07	FSAFAS1B	FTFV0009
147.	4.69E-07	FSAFAS1B	FTFV0109
148.	4.69E-07	ATAV0010	FSAFAS2A
149.	4.69E-07	ATAV0110	FSAFAS2A
150.	4.60E-07	AFPTY007B	AFTPR01PB
151.	4.60E-07	AFTPR02PA	AFTPY006B
152.	4.50E-07	AFTPS02PA	EDLBIBT01B

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 8)

이용불능도 = 1.02E-03

153.	4.50E-07	EDLBIBT01A	AFTPS01PB
154.	3.80E-07	LOIA-A	AFVUU1006B
155.	3.80E-07	LOIA-A	AFVUU1016B
156.	3.80E-07	AFVUU1016A	LOIA-B
157.	3.80E-07	AFVUU1006A	LOIA-B
158.	3.75E-07	ATAV0009	LOIA-B
159.	3.75E-07	LOIA-A	ATAV0010
160.	3.75E-07	LOIA-A	ATAV0110
161.	3.75E-07	ATAV0109	LOIA-B
162.	3.54E-07	AFTPM01PB	EDBSYDC01A
163.	3.54E-07	EDBSYDC01B	AFTPM02PA
164.	3.20E-07	ATEVT0019	AFTPR01PB
165.	3.20E-07	AFTPR02PA	ATEVT0020
166.	2.51E-07	AFPTY007B	AFTPM01PB
167.	2.51E-07	AFTPM02PA	AFTPY006B
168.	2.16E-07	EDLBIBT01A	AFTPR01PB
169.	2.16E-07	AFTPR02PA	EDLBIBT01B
170.	1.74E-07	AFTPM02PA	ATXVT0020
171.	1.74E-07	ATEVT0019	AFTPM01PB
172.	1.56E-07	EDBYMBT01B	FSAFAS2A
173.	1.56E-07	EDBYABT01B	FSAFAS2A
174.	1.56E-07	FSAFAS2A	AFCV01048

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 9)

이용불능도 = 1.02E-03

175.	1.56E-07	AFCV01049	FSAFAS1B
176.	1.56E-07	FSAFAS1B	AFCV01004A
177.	1.56E-07	FSAFAS1B	AFVVT1006A
178.	1.56E-07	FSAFAS1B	AFVVT1002A
179.	1.56E-07	FSAFAS1B	ATCV01020A
180.	1.56E-07	FSAFAS1B	ATMVT0017
181.	1.56E-07	FSAFAS1B	ATVVT1151
182.	1.56E-07	FSAFAS1B	AFCV01014A
183.	1.56E-07	FSAFAS1B	CDVVT1196
184.	1.56E-07	FSAFAS1B	CDVVT1348
185.	1.56E-07	AFCV01008A	FSAFAS1B
186.	1.56E-07	FSAFAS1B	EDBYMBT01A
187.	1.56E-07	FSAFAS1B	EDBYABT01A
188.	1.56E-07	AFCV01004B	FSAFAS2A
189.	1.56E-07	AFVVT1006B	FSAFAS2A
190.	1.56E-07	AFVVT1002B	FSAFAS2A
191.	1.56E-07	ATMVT0018	FSAFAS2A
192.	1.56E-07	ATVVT1152	FSAFAS2A
193.	1.56E-07	ATCV01020B	FSAFAS2A
194.	1.56E-07	AFCV01014B	FSAFAS2A
195.	1.56E-07	DCVVT1167	FSAFAS2A
196.	1.56E-07	CDVVT1347	FSAFAS2A



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 10)

이용불능도 = 1.02E-03

197.	1.56E-07	FSAFAS2A	AFCV01008B
198.	1.56E-07	FSAFAS1B	AFVVT1013A
199.	1.56E-07	AFVVT1013B	FSAFAS2A
200.	1.44E-07	AFVVT1016A	AFVUU1006B
201.	1.44E-07	AFVUU1006A	AFVUU1006B
202.	1.44E-07	AFVUU1006A	AFVUU1016B
203.	1.44E-07	AFVUU1016A	AFVUU1016B
204.	1.42E-07	ATAV0009	AFVUU1016B
205.	1.42E-07	ATAV0009	AFVUU1016B
206.	1.42E-07	ATAV0109	AFVUU1016B
207.	1.42E-07	ATAV0109	AFVUU1016B
208.	1.42E-07	AFVUU1016A	ATAV0010
209.	1.42E-07	AFVUU1016A	ATAV0110
210.	1.42E-07	AFVUU1006A	ATAV0010
211.	1.42E-07	AFVUU1006A	ATAV0110
212.	1.41E-07	ATAV0009	ATAV0010
213.	1.41E-07	ATAV0009	ATAV0110
214.	1.41E-07	ATAV0109	ATAV0010
215.	1.41E-07	ATAV0109	ATAV0110
216.	1.25E-07	LOIA-A	EDBYMBT01B
217.	1.25E-07	LOIA-A	EDBYMBT01B
218.	1.25E-07	ATMT0017	LOIA-B

10. A-63

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 11)

이용불능도 = 1.02E-03

219.	1.25E-07	CDVVT1348	LOIA-B
220.	1.25E-07	LOIA-A	AFCV01004B
221.	1.25E-07	LOIA-A	AFVVT1006B
222.	1.25E-07	LOIA-A	AFVVT1002B
223.	1.25E-07	LOIA-A	ATMVT0018
224.	1.25E-07	LOIA-A	ATVVT1152
225.	1.25E-07	LOIA-A	ATCV01020B
226.	1.25E-07	LOIA-A	AFCV01014B
227.	1.25E-07	LOIA-A	AFVVT1013B
228.	1.25E-07	LOIA-A	CDVVT1167
229.	1.25E-07	LOIA-A	CDVVT1347
230.	1.25E-07	AFCV01008B	LOIA-A
231.	1.25E-07	LOIA-B	AFCV01008A
232.	1.25E-07	ATVVT1151	LOIA-B
233.	1.25E-07	ATCV01020A	LOIA-B
234.	1.25E-07	AFCV01048	LOIA-A
235.	1.25E-07	EDBYMBT01A	LOIA-B
236.	1.25E-07	LOIA-B	AFCV01049
237.	1.25E-07	EDBYABT01A	LOIA-B
238.	1.25E-07	AFCV01004A	LOIA-B
239.	1.25E-07	AFCV01014A	LOIA-B
240.	1.25E-07	AFVVT1006A	LOIA-B
241.	1.25E-07	AFVVT1013A	LOIA-B

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-7 (12 중 12)

이용불능도 = 1.02E-03

242.	1.25E-07	AFVVT1002A	LOIA-B
243.	1.25E-07	CDVVT1196	LOIA-B
244.	1.18E-07	AFTPM02PA	EDLBIBT01B
245.	1.18E-07	EDLBIBT01A	AFTPM01PB
246.	1.12E-07	FSAFAS2A	EDBSYDC01B
247.	1.12E-07	EDBSYDC01A	FSAFAS1B

국립중앙도서관에 의해 사서 수집된 자료입니다.



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-8 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	AFCVW10489	2.300E-005	2.433E-001	10579.61	1.322
2	AFCVW10078	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
3	AFCVW101214	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
4	AFCVW10034	1.800E-005	1.904E-001	10579.67	1.235
5	AFPTKPPSUCT	1.400E-005	1.481E-001	10579.71	1.174
6	AFTPW12	1.200E-003	1.759E-002	15.64	1.018
7	HCCQW0013	6.000E-004	1.363E-002	23.70	1.014
8	AFTPS02PA	1.500E-002	6.185E-003	1.41	1.006
9	AFTPS01PB	1.500E-002	6.185E-003	1.41	1.006
10	AFMPW12	2.400E-004	5.428E-003	23.61	1.005
11	EDBSK125DC	4.800E-007	5.078E-003	10579.85	1.005
12	AFTPR02PA	7.200E-003	2.868E-003	1.40	1.003
13	AFTPR01PB	7.200E-003	2.868E-003	1.40	1.003
14	HCCQS0013B	6.000E-003	2.711E-003	1.45	1.003
15	HCCQS0013A	6.000E-003	2.711E-003	1.45	1.003
16	AFTPK12	1.200E-004	1.702E-003	15.18	1.002
17	AFMPR02PB	3.600E-003	1.588E-003	1.44	1.002
18	AFMPR01PA	3.600E-003	1.588E-003	1.44	1.002
19	AFMPK12	6.100E-005	1.368E-003	23.43	1.001
20	AFMPS02PB	3.000E-003	1.314E-003	1.44	1.001



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-8 (2 중 2)

LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정지	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	AFMPS01PA	3.000E-003	1.314E-003	1.44	1.001
22	AFCV01049	1.250E-004	9.126E-004	8.30	1.001
23	AFCV01049	1.250E-004	9.126E-004	8.30	1.001
24	AFMPM02PB	1.760E-003	7.332E-004	1.42	1.001
25	AFMPM01PA	1.760E-003	7.332E-004	1.42	1.001
26	AFTPM02PA	1.760E-003	6.357E-004	1.36	1.001
27	AFTPM01PB	1.760E-003	6.357E-004	1.36	1.001
28	HHABKESWP	2.400E-005	5.254E-004	22.89	1.001
29	CWCUKRUN	2.400E-005	5.254E-004	22.89	1.001
30	HCCQKCCP	2.400E-005	5.254E-004	22.89	1.001

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-9 (2 중 1)

LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	AFTPS02PA	1.500E-002	4.530E-001	30.75	1.828
2	AFTPS01PB	1.500E-002	4.530E-001	30.75	1.828
3	HCCQS0013B	6.000E-003	2.587E-001	43.86	1.349
4	HCCQS0013A	6.000E-003	2.587E-001	43.86	1.349
5	AFCV01048	1.250E-004	2.191E-001	1753.61	1.281
6	AFCV01049	1.250E-004	2.191E-001	1753.61	1.281
7	AFTPR01PB	7.200E-003	1.977E-001	28.26	1.246
8	AFTPR01PA	7.200E-003	1.977E-001	28.26	1.246
9	AFCPR01PA	3.600E-003	1.472E-001	41.74	1.173
10	AFMPR02PB	3.600E-003	1.472E-001	41.74	1.173
11	AFMPS01PA	3.000E-003	1.217E-001	41.45	1.139
12	AFMPS02PB	3.000E-003	1.217E-001	41.45	1.139
13	AFMPM01PA	1.760E-003	6.350E-002	37.02	1.068
14	AFMPM02PB	1.760E-003	6.350E-002	37.02	1.068
15	AFTPM02PA	1.760E-003	3.517E-002	20.95	1.036
16	AFTPM01PB	1.760E-003	3.517E-002	20.95	1.036
17	FSCKAAFAS2B	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
18	FSCKACQ13A	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
19	FSCKAAFAS1A	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034
20	FSCKACQ13B	1.000E-003	3.335E-002	34.31	1.034

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-9 (2 중 2)

LMFW 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	CDVVT1347	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
22	CDVVT1196	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
23	CDVVT1348	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
24	CDVVT1167	1.900E-005	2.972E-002	1565.33	1.031
25	FSCKFFAFS2A	1.000E-003	1.564E-002	16.63	1.016
26	FSCKAAFAS1B	1.000E-003	1.564E-002	16.63	1.016
27	EDBYABT01B	5.000E-004	1.386E-002	28.71	1.014
28	EDBYABT01A	5.000E-004	1.386E-002	28.71	1.014
29	EDBYABT01A	4.600E-004	1.275E-002	28.71	1.013
30	EDBYMBT01B	4.600E-004	1.275E-002	28.71	1.013

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-10 (2 중 1)

LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	ESDGR01KS	1.900E-001	1.902E-001	1.81	1.235
2	EGDGR01KB	1.900E-001	1.849E-001	1.79	1.227
3	EGDGR01KA	1.900E-001	1.802E-001	1.77	1.220
4	AFTPW12	1.200E-003	1.750E-001	146.65	1.212
5	AFCVW10489	2.300E-005	1.412E-001	6139.81	1.164
6	AFCVW10034	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
7	AFCVW10078	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
8	AFCVW101214	1.800E-005	1.105E-001	6139.84	1.124
9	EDBYW12DC	1.500E-005	1.208E-002	6139.86	1.101
10	AFPTKPPSUCT	1.400E-005	8.595E-002	6139.86	1.094
11	AFTPS01PB	1.500E-002	6.972E-002	5.58	1.075
12	AFTPS02PA	1.500E-002	6.603E-002	5.34	1.071
13	EGDGK01KABS	2.900E-003	3.955E-002	14.60	1.041
14	ESDGS01KS	3.750E-002	3.749E-002	1.96	1.039
15	EGDGS01KB	3.750E-002	3.602E-002	1.92	1.037
16	EGDGS01KA	3.750E-002	3.515E-002	1.90	1.036
17	AFTPR01PB	7.200E-003	3.319E-002	5.58	1.034
18	AFTPR01PA	7.200E-003	3.143E-002	5.33	1.032
19	ESDGM01KS	2.780E-002	2.678E-002	1.94	1.028
20	AFTPK12	1.200E-004	1.732E-002	145.35	1.018

10. A-70

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-10 (2 중 2)

LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	EDBYABT01A	5.000E-004	1.281E-002	26.60	1.013
22	EGDGK01KBS	2.900E-003	1.062E-002	4.65	1.011
23	EGDGK01KAS	2.900E-003	1.055E-002	4.63	1.011
24	EGDGK01KAB	2.900E-003	1.053E-002	4.62	1.011
25	EDBYMBT01A	4.600E-004	8.944E-003	20.44	1.009
26	EDBYABT01B	5.000E-004	8.052E-003	17.10	1.008
27	HCCQW0013	6.000E-004	7.972E-003	14.28	1.008
28	AFTPM01PB	1.760E-003	7.882E-003	5.47	1.008
29	EGDGW01KABS	5.600E-004	7.643E-003	14.64	1.008
30	AFTPM02PA	1.760E-003	7.466E-003	5.23	1.008
31	EDBYMBT01B	4.600E-004	7.174E-003	16.59	1.007
32	HCCQS0013B	6.000E-003	6.871E-003	2.14	1.007
33	HCCQS0013A	6.000E-003	6.732E-003	2.12	1.007

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-10 (3 중 3)

순위	기본사건	점 추정지	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
43	AFCV01048	1.250E-004	3.804E-003	31.43	1.004
44	AFCV01049	1.250E-004	3.804E-003	31.43	1.004
45	CDVVT1167	1.250E-004	3.804E-003	31.43	1.004
46	CDVVT1347	1.250E-004	3.804E-003	31.43	1.004
47	AFVU01016A	3.800E-004	3.512E-003	10.24	1.004
48	AFVU01016B	3.800E-004	3.512E-003	10.24	1.004
49	AFVU01016B	3.800E-004	3.512E-003	10.24	1.004
50	AFVU01006A	3.800E-004	3.512E-003	10.24	1.004
51	ATAV0009	3.750E-004	3.445E-003	10.18	1.003
52	ATAV0110	3.750E-004	3.445E-003	10.18	1.003
53	ATAV0109	3.750E-004	3.445E-003	10.18	1.003
54	ATAV0010	3.750E-004	3.445E-003	10.18	1.003
55	AFMPR02PB	1.980E-003	3.083E-003	2.55	1.003
56	AFMPR01PA	1.980E-003	3.083E-003	2.55	1.003
57	AFMPW12	1.980E-004	2.909E-003	15.69	1.003
58	EGDGW01KAS	7.500E-004	2.874E-003	4.83	1.003
59	EGDGW01KBS	7.500E-004	2.874E-003	4.83	1.003
60	EDBSYDC01B	9.000E-005	2.456E-003	28.29	1.002

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-11 (2 중 1)

LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	ESDGR01KS	1.900E-001	7.246E-001	4.09	3.631
2	EGDGR01KB	1.900E-001	6.484E-001	3.76	2.844
3	EGDGR01KA	1.900E-001	6.484E-001	3.76	2.844
4	AFTPS01PB	1.500E-002	4.807E-001	32.57	1.926
5	AFTPS01PA	1.500E-002	4.807E-001	32.57	1.926
6	AFTPR01PB	7.200E-003	2.286E-001	32.53	1.296
7	AFTPR01PA	7.200E-003	2.286E-001	32.53	1.296
8	ESDGS01KS	3.750E-002	1.392E-001	4.57	1.162
9	EGDGS01KB	3.750E-002	1.251E-001	4.21	1.143
10	EGDGS01KA	3.750E-002	1.251E-001	4.21	1.1432
11	ESDGM01KS	2.780E-002	1.024E-001	4.58	1.114
12	EDBYABT01B	5.000E-004	6.184E-002	124.62	1.066
13	EDBYABT01A	5.000E-004	6.184E-002	124.62	1.066
14	EDBYMBT01A	4.600E-004	5.683E-002	124.50	1.060
15	EDBYMBT01B	4.600E-004	5.683E-002	124.50	1.060
16	AFTPM02PA	1.760E-003	5.419E-002	31.73	1.057
17	AFTPM02PB	1.760E-003	5.419E-002	31.73	1.057
18	FSCKAAFAS1B	1.000E-003	3.023E-002	31.20	1.031
19	FSCKAAFAS2A	1.000E-003	3.023E-002	31.20	1.031
20	HCCQS0013B	6.000E-003	2.368E-002	4.92	1.024

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-11 (2 중 2)

LOOP 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	HCCQS0013A	6.000E-003	2.368E-002	4.92	1.024
22	AFCV01048	1.250E-004	1.783E-002	143.64	1.018
23	AFCV01049	1.250E-004	1.783E-002	134.64	1.018
24	AFMPR02PB	3.600E-003	1.377E-002	4.81	1.014
25	AFMPR01PA	3.600E-003	1.377E-002	4.81	1.014
26	AFMPS01PA	3.000E-003	1.131E-002	4.76	1.011
27	AFMPS02PB	3.000E-003	1.131E-002	4.76	1.011
28	ATAV0109	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
29	ATAV0009	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
30	AFVVU1006A	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
31	AFVVU1016A	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011
32	AFCCU1006B	3.750E-004	1.076E-002	29.69	1.011

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-11 (3 중 3)

순위	기본사건	점 추정지	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
43	FSCQY0013B	1.250E-003	2.801E-003	3.24	1.003
44	FSAFAS1A	1.250E-003	2.801E-003	3.24	1.003
45	FSAFAS2B	1.250E-003	2.801E-003	3.24	1.003
46	FSCQY0013A	1.250E-003	2.801E-003	3.24	1.003
47	ATVVT1151	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
48	ATVVT1152	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
49	AFCV01008A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
50	AFCV01004B	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
51	AFVVT1006B	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
52	AFVVT1002B	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
53	ATMVT0017	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
54	ATMVT0018	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
55	ATCV01020A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
56	AFCV01014A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
57	AFVVT1013A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
58	AFCV01004A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
59	AFVVT1006A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002
60	AFVVT1002A	1.250E-004	2.215E-003	18.72	1.002

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-12 (2 중 1)

SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	AFFTPW12	1.200E-003	5.176E-001	431.79	2.073
2	AFTPS02PA	1.500E-002	1.833E-001	13.04	1.224
3	AFTPS01PB	1.500E-002	1.833E-001	13.04	1.224
4	AFTPRO2PA	7.200E-003	8.800E-002	13.13	1.096
5	AFTPRO1PB	7.200E-003	8.800E-002	13.13	1.096
6	AFTPK12	1.200E-004	5.176E-002	432.25	1.055
7	AFTPM02PA	1.760E-003	2.151E-002	13.20	1.022
8	AFTPM01PB	1.760E-003	2.151E-002	13.20	1.022
9	ATAVW109110	3.300E-005	1.423E-002	432.29	1.014
10	ATAVW00910	3.300E-005	1.423E-002	432.29	1.014
11	FSCAAFAS1B	1.000E-003	1.222E-002	13.21	1.012
12	FSCAAFAS2A	1.000E-003	1.222E-003	13.21	1.012
13	ATCVW1020	2.300E-005	9.920E-003	432.29	1.010
14	AFCVW10489	2.300E-005	9.920E-003	432.29	1.010
15	AFCVW101214	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
16	AFCVW10078	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
17	AFCVW10034	1.800E-005	7.763E-003	432.30	1.008
18	EDBYW125DC	1.500E-005	6.470E-003	432.30	1.007
19	EDBYABT01B	5.000E-004	6.111E-003	13.22	1.006
20	EDBYABT01A	5.000E-004	6.111E-003	13.22	1.006

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-12 (2 중 2)

SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	AFPTKPPSUCT	1.400E-005	6.038E-003	432.30	1.006
22	EDBYMBT01B	4.600E-004	5.622E-003	13.22	1.006
23	EDBYMBT01A	4.600E-004	5.622E-003	13.22	1.006
24	ATAVO110	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
25	AFVVU1006B	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
26	ATAVO101	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
27	AFVVU1016A	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
28	AFVVU1006A	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
29	ATAVO009	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
30	ATAVO109	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005
31	AFVVU1016B	3.750E-004	4.583E-003	13.22	1.005

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-12 (3 중 3)

순위	기본사건	점 추정지	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
43	ATVVT1152	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
44	ATCV01020B	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
45	AFCV01014B	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
46	AFVVT1013B	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
47	CDVVT1167	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
48	CDVVT1347	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
49	AFCV01008B	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
50	CDVVT1348	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
51	EDBYABT01B	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
52	AFVVT1006A	1.250E-004	1.708E-003	14.66	1.002
53	EDBYW125DC	3.000E-006	1.286E-003	429.78	1.001
54	EDBSYDC01B	9.000E-005	1.230E-003	14.66	1.001
55	EDBSYDC01A	9.000E-005	1.230E-003	14.66	1.001
56	AFCVW10489	2.080E-006	8.919E-004	429.78	1.001
57	ATCVW1020	2.080E-006	8.919E-004	429.78	1.001
58	AFCVW101214	2.080E-006	8.919E-004	429.78	1.001
59	AFCVW10034	2.080E-006	8.919E-004	429.78	1.001
60	AFCVW10078	2.080E-006	8.919E-004	429.78	1.001

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-13 (2 중 1)

SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
1	AFTPS02PA	1.500E-002	5.293E-001	35.76	2.125
2	AFTPS01PB	1.500E-002	5.293E-001	35.76	2.125
3	AFTPR02PA	7.200E-003	2.541E-001	36.03	1.341
4	AFTPR01PB	7.200E-003	2.541E-001	36.03	1.341
5	AFTPM02PA	1.760E-003	6.211E-002	36.23	1.066
6	AFTPM01PB	1.760E-003	6.211E-002	36.23	1.066
7	FSCKAASFAS1B	1.000E-003	3.529E-002	36.25	1.037
8	FSCKAASFAS2A	1.000E-003	3.529E-002	36.25	1.037
9	EDBYABT01A	5.000E-004	1.764E-002	36.27	1.018
10	EDBYABT01B	5.000E-004	1.764E-002	36.27	1.018
11	EDBYMBT01B	4.600E-004	1.623E-002	36.27	1.017
12	EDBYMBT01A	4.600E-004	1.623E-002	36.27	1.017
13	ATAV0109	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
14	AFVVU1016B	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
15	ATAV0009	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
16	AFVVU1006B	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
17	ATAV0010	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
18	ATAV0110	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
19	AFVVU1016A	3.750E-004	1.323E-002	36.27	1.013
20	AFVVU1006A	3.750E-004	1.323E-003	36.27	1.013

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-13 (2 중 2)

SBO 사건에 대한 중요도분석 결과 (공통원인고장 고려, 평균값 이용)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
21	AFPTY007B	1.400E-004	4.940E-003	36.28	1.005
22	AFPTY006B	1.400E-004	4.940E-003	36.28	1.005
23	AFCV01004B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
24	AFCV01008A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
25	AFCV01049	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
26	AFCV01048	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
27	AFCV01014B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
28	AFCV01008B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
29	ATCV01020A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
30	AFCT01014A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
31	ATCV01020B	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004
32	AFCV01004A	1.250E-004	4.411E-003	36.28	1.004

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-13 (3 중 3)

순위	기본사건	점 추정치	F-V 중요도	위험도달성가치	위험도감소가치
43	AFVVT1013B	1.250E-004	3.922E-003	32.37	1.004
44	CDVVT1167	1.250E-004	3.922E-003	32.37	1.004
45	AFCV01008A	1.250E-004	3.922E-003	32.37	1.004
46	AFVVT1013A	1.250E-004	3.922E-003	32.37	1.004
47	EDBSYDC01B	9.000E-005	2.823E-003	32.37	1.003
48	EDBSYDC01A	9.000E-005	2.823E-003	32.37	1.003
49	AFPTY006B	6.390E-005	2.005E-003	32.37	1.002
50	AFPTY007B	6.390E-005	2.005E-003	32.37	1.002
51	ATEVT0020	4.440E-005	1.393E-003	32.37	1.001
52	ATEVT0019	4.440E-005	1.393E-003	32.37	1.001
53	EDLBIBT01B	3.000E-005	9.403E-004	32.34	1.001
54	EDLBIBT01A	3.000E-005	9.403E-004	32.34	1.001
55	CDTKBCST2B	2.400E-006	6.705E-003	28.94	1.000
56	CDTKBCST1A	2.400E-006	6.705E-004	28.94	1.000
57	AFSV00036A	1.250E-003	4.596E-004	1.04	1.000
58	AFSV0037B	1.250E-003	4.596E-004	1.04	1.000
59	AFMV00045	1.250E-003	4.365E-004	1.03	1.000
60	AFMV00044	1.250E-003	4.365E-004	1.03	1.000

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13중 1)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
AFCLOSEDTM	5.00E-001	5.00E-001	TIME FRACTION WHEN AFW ISOL.MOV CLOSED	
AFCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1003A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01003B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1003B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01004A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1004A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1004B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01007A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1007A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01007B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1007B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01008A	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1008A FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01008B	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1008B FAILS TO OPEN (ON DEMAND)	1), 2)
AFCV01012A	1.25E-004	1.00E-004	MDP 01PA MINI FLOW LINE CV V1012A FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01012B	1.25E-004	1.00E-004	MDP 02PB MINI FLOW LINE CV V1012B FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01014A	1.25E-004	1.00E-004	TDP 02PA MINI FLOW LINE CV V1014A FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01014B	1.25E-004	1.00E-004	TDP 01PB MINI FLOW LINE CV V1014B FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01048	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1048 S/G 1 INLET LINE FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCV01049	1.25E-004	1.00E-004	CHECK VALVE V1049 S/G 2 INLET LINE FAILS TO OPEN	1), 2)
AFCVW10034	2.08E-006	7.81E-007	CV V1003A, 1003B & V1004A, 1004B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW10078	2.08E-006	7.81E-007	CV V1007A, 1007B & V1008A, 1008B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW1012	2.08E-006	7.81E-007	CV V1012A, 1012B & V1014A, 1014B FAIL TO OPEN (CCF)	
AFCVW10489	2.08E-006	7.81E-007	CV V1048 & V1049 FAIL TO OPEN (CCF)	
AFMPK12	1.98E-005	7.44E-006	AFW MDP P01A, P02B FAIL TO RUN (CCF)	
AFMPN01PA	5.53E-003	4.44E-003	AFW MDP 01PA UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
AFMPN02PB	5.53E-003	4.44E-003	AFW MDP 02PB UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
AFMPR01PA	1.98E-003	7.44E-004	AFW MDP 01PA FAILS TO RUN	3)
AFMPR02PB	1.98E-003	7.44E-004	AFW MDP 02PB FAILS TO RUN	3)
AFMPS01PA	2.50E-003	2.00E-003	AFW MDP 01PA FAILS TO START	3)
AFMPS02PB	2.50E-003	2.00E-003	AFW MDP 02PB FAILS TO START	3)
AFMPW12	1.98E-004	1.58E-004	AFW MDP P01A, P02B FAIL TO START (CCF)	
AFMW00043	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL.MOV V0043 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00044	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL.MOV V0044 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00045	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL.MOV V0045 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW00046	1.25E-003	1.00E-003	AFW ISOL.MOV V0046 FAILS TO OPEN DURING CYCLING OPERATION	1), 2)
AFMW34	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0044 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW345	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0044, 0045 FAIL TO OPEN (3 CCF)	

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 2)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
AFMW3456	4.25E-005	3.40E-005	AFW ISOL.MOV 0043, 0044, 0045,0045FAOL TO OPEN (4CCF)	
AFMW346	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0044,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW35	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0045 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW356	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0045,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW36	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0043, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW36D2	2.13E-006	1.70E-006	CCF OF DRIVERS FOR AFW ISOL.MOV 0043 & 0046 (2 CCF)	
AFMW45	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0045 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW456	4.13E-006	3.30E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0045,0046 FAIL TO OPEN (3 CCF)	
AFMW45D2	2.13E-006	1.70E-006	CCF OF DRIVERS FOR AFW ISOL.MOV 0044 & 0045 (2 CCF)	
AFMW46	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0044, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFMW56	2.13E-006	1.70E-006	AFW ISOL.MOV 0045, 0046 FAIL TO OPEN (2 CCF)	
AFPTKPPSUCT	1.40E-005	5.20E-006	CCF OF AFW PUMP SUCTION PRESSURE TRANSMITTERS	
AFPTY005B	1.40E-004	5.20E-005	MDP P01A SUCTION PT-005B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY006B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P01B SUCTION PT-006B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY007B	1.40E-004	5.20E-005	TDP P02A SUCTION PT-007B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFPTY008B	1.40E-004	5.20E-005	MDP P02B SUCTION PT-008B OUTPUT FAILS LOW	3)
AFSV00035A	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0035 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV00036A	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0036 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV00037B	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0037 FAILS TO OPERATE	1), 2)
AFSV0003567	1.25E-003	1.00E-003	AFW MODULATING SV0038 FAILS TO OPERATE	1), 2)0
AFSV00035678	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0036 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003568	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 035, 036&037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000357	4.25E-005	1.70E-005	AFW MODULATING SV 035,036,037,038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003578	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 0035, 036&038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000358	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000367	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 035, 037&038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV0003678	4.13E-006	3.30E-006	AFW MODULATING SV 0035 & 0038 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000368	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0036 & 0037 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFSV000378	2.13E-006	1.70E-006	AFW MODULATING SV 0037 & 0 38 FAIL TO OPERATE (CCF)	
AFTP12	1.20E-004	9.10E-005	AFW TDP P01B, P02A AFIL TO RUN (CCF)	
AFTP01PB	1.76E-003	1.55E-003	AFW TDP 01PA UNAVAILABLE DRE TEST & MAINTENANCE	5)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 3)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
AFTPM02PA	1.76E-003	1.55E-003	AFW TOP 02PA UNAVAILABLE DUE TO TEST& MAINTENANCE	5)
AFTPR01PB	7.20E-003	5.30E-003	AFW TDP 01PB FAILS TO RUN	3)
AFTPR02PA	7.20E-003	5.30E-003	AFW TDP 02PA FAILS TO RUN	3)
AFTPS01PB	1.50E-002	1.11E-002	AFW TDP 01PB FAILS TO START	3)
AFTPS02PA	1.50E-002	1.11E-002	AFW TDP 02PA FAILS TO START	3)
AFTPW12	1.20E-003	8.80E-004	AFW TDP P01B, P02A FAIL TO START (CCF)	
AFVVT1001A	1.90E-003	7.20E-006	MDP 01A SUCT. LINE VV V1001A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1001B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B SUCT. LINE VV V1001B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1002A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A SUCT. LINE VV V1002A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1002B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B SUCT. LINE VV V1002B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1005A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A DISCH. LINE VV V1005A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1005B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B DISCH. LINE VV V1005B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1006A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A DISCH. LINE VV V1006A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1006B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B DISCH. LINE VV V1006B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1011A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A MINI. LINE VV V1011A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1011B	1.90E-005	7.20E-006	MDP 02B MINI. LINE VV V1011B TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1013A	1.90E-005	7.20E-006	TDP 02A MINI. LINE VV V1013A TRANSFER CLOSED	2)
AFVVT1013B	1.90E-005	7.20E-006	TDP 01B MINI. LINE VV V1013B TRANSFER CLOSED	2)
AFVUU1005A	1.90E-005	7.20E-006	MDP 01A DISCH. LINE VV V1005A NOT RESTORED AFTER T&M	5)
AFVUU1005B	3.75E-004	2.32E-004	MDP 02B DISCH. LINE VV V1005B NOT RESTORED AFTER T&M	5)
AFVUU1006A	3.75E-004	2.32E-004	TDP 02A DISCH. LINE VV V1006A NOT RESTORED AFTER T&M	5)
AFVUU1006B	3.75E-004	2.32E-004	TDP 01B DISCH. LINE VV V1006B NOT RESTORED AFTER T&M	5)
AFVUU1015A	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1015A	5)
AFVUU1015B	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1015B	5)
AFVUU1016A	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1016A	5)
AFVUU1016B	3.75E-004	2.32E-004	OPERATOR FAILS TO RESTORE AFTER TEST & MAINT. V1016B	5)
ATAV0009	3.75E-004	3.00E-004	AFW TBN STEAM ISOL. VALVE AV009 FAILS TO OPEN	2)
ATAV0010	3.75E-004	3.00E-004	AFW TBN STEAM ISOL. VALVE AV010 FAILS TO OPEN	2)
ATAV0109	3.75E-004	3.00E-004	AV109 FAILS TO OPEN	2)
ATAV0110	3.75E-004	3.00E-004	AV110 FAILS TO OPEN	2)
ATAVW00910	3.30E-005	2.60E-005	AFW TBN STEAM ISOL. VALVE V009 & V010 CCF TO OPEN	
ATAVW109110	3.30E-005	2.60E-005	AV109 & AV110 FAIL TO OPEN (CCF)	
ATCV01020A	1.25E-004	1.00E-004	MAIN STEAM SUPPLY LINE CV V1020A FAILS TO OPEN	1), 2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 4)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
ATCV01020B	1.25E-004	1.00E-004	MAIN STEAM SUPPLY LINE CV V1020B FAILS TO OPEN	1), 2)
ATCVW1020	2.30E-005	1.80E-005	CV V1020A & V1020B FAIL TO OPEN (CCF)	
ATVVT1151	1.90E-005	7.20E-006	MAIN STEAM LINE VV 1151 TO TDP 02PA TRANSFER CLOSE	2)
ATVVT1152	1.90E-005	7.20E-006	MAIN STEAM LINE VV 1152 TO TDP 01PB TRANSFER CLOSE	2)
CCCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	CCW PUMP 02PA DISCH. CV 1003 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	CCW PUMP 02PB DISCH. CV 1004 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCVPRUN	6.20E-007	1.50E-007	CCF-CCW PUMPS 01PA, 02PB, 02PA, 02PB FAIL TO RUN	
CCMPR001PA	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PA AFILS TO RUN	3)
CCMPR001PB	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PB AFILS TO RUN	3)
CCMPR002PA	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PA AFILS TO RUN	3)
CCMPR002PB	1.20E-004	2.90E-005	CCW PUMP 02PB AFILS TO RUN	3)
CCMPS002PA	1.30E-003	5.33E-004	CCW PUMP 02PA AFILS TO START	3)
CCMPS002PB	1.30E-003	5.33E-004	CCW PUMP 02PB AFILS TO START	3)
CCMPV02PA	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START THE STANDBY CCW PUMP 02PA	5)
CCMPV02PB	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START THE STANDBY CCW PUMP 02PB	5)
CCMPVSTART	1.30E-004	5.30E-005	CCFCCW PUMP 02PA, 02PB FAIL TO START	
CCMV00102A	1.25E-003	1.00E-003	DG HX ISOLATION VALVE MV105 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCMV00106B	1.25E-003	1.00E-003	DG HX ISOLATION VALVE MV106 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CCMV0095A	1.25E-003	1.00E-003	ECW CONDENSOR 02CA DISCH MOV 095 FAILS TO OPEN	1), 2)
CCMV0096B	1.25E-003	1.00E-003	ECW CONDENSOR 02CB DISCH MOV 096 FAILS TO OPEN	1), 2)
CCMVWDGHX	2.13E-006	1.70E-006	CCF-CCW TO DG HX ISOLATION VALVE FAIL TO OPEN	
CCMVWMOV5	2.13E-006	1.70E-006	CCF-ECW CONDENSOR DISCH. MOV 095/-96 FAILS TO OPEN	
CCPW534A	2.50E-004	9.39E-006	PRESS. SW. IN THE CCW PP DISCH. FAIL TO GENERATE SIGNAL	3)
CCPW534B	2.50E-004	9.39E-005	PRESS. SW. IN THE CCW PP DISCH. FAIL TO GENERATE SIGNAL	3)
CCPW534	2.50E-005	9.40E-005	CCF OF PRESS. SW. 53, 54 IN THE CCW PUMP DESCHARGE	
CCVVU1009A	3.75E-004	2.32E-006	CCW PUMP 02PA DISCH. VALVE V1009 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1010B	3.75E-004	2.32E-004	CCW PUMP 02PB DISCH. VALVE V0100 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1021	3.75E-004	2.32E-004	DG HX B DISCH. V1022 NOT RESTORED AFTER TEST & MAINT.	5)
CCVVU1022	3.75E-004	2.32E-004	DG HX B DISCH. V1022 NOT RESTORED AFTER TEST & MAINT.	5)
CCVVU1149	3.75E-004	2.32E-004	CCW HX A DISCH. VV V1149 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1150	3.75E-004	2.32E-004	CCW HX B DISCH. VV V1150 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU1925	3.75E-004	2.32E-004	CHILLER 2A VV 1019/ 1025 NOT RESTORED AFTER T&M	5)
CCVVU2026	3.75E-004	2.32E-004	CHILLER 2B VV 1020/ 1026 NOT RESTORED AFTER T&M	5)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 5)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
CCVVV1143	2.26E-002	2.40E-006	OPEATOR FAILS TO OPEN CCW HX A ISOLATION VV V1143	5)
CCVVV1144	2.26E-002	2.40E-005	OPEATOR FAILS TO OPEN CCW HX B ISOLATION VV V1144	5)
CCWYTK01A	7.20E-005	2.40E-006	CCW SURGE TANK 01A EMPTY LEVEL MISSIG, TRAIN A	3)
CCWYTK01B	7.20E-005	2.40E-006	CCW SURGE TANK 01B EMPTY LEVEL MISSIG, TRAIN B	3)
CDTKBCST1A	2.40E-005	2.40E-006	CST A FAILS CATASTROPHICALLY	3)
CDTKBCST2B	2.40E-005	2.40E-006	CST A FAILS CATASTROPHICALLY	3)
CDVT1167	1.90E-005	2.40E-005	SG1 PUMPS RETURN LINE TO CST A V1167 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1196	1.90E-005	2.40E-005	SG2 PUMPS RETURN LINE TO CST B V1196 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1347	1.90E-005	2.40E-005	SG1 PUMPS SUCT. LINE FROM CST B VV1348 TRANSFER CLOSED	2)
CDVT1348	1.90E-005	2.40E-005	SG2 PUMPS SUCT. LINE FROM CST B VV1348 TRANSFER CLOSED	2)
CWCKAECWA	1.00E-005	2.40E-003	ECW PP PP02A/CHILLER CH02A ACTUATING CIRCUIT FAIL	4)
CWCKAECWB	1.00E-002	5.26E-003	ECW PP PP02B/CHILLER CH02B ACTUATING CIRCUIT FAIL	4)
CWCKWECWS	1.00E-002	5.26E-004	CCF OF ECW PUMP/CHILLER ACTUATING CIRCUIT	
CWCKRCLN	2.40E-002	5.26E-005	ESSENTIAL CHILLER FAILS TO RUN DUE TO CCF	
CWCLM0002A	5.09E-002	5.26E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02A UNAVAILABLE DURING T&M	5)
CWCLM0002B	5.09E-002	1.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02B UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANC	5)
CWCLR0001A	2.40E-002	1.00E-004	ESSENTIAL CHILLER CH01A FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR0001B	2.40E-001	7.20E-004	ESSENTIAL CHILLER CH01B FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR002A	2.40E-001	7.20E-004	ESSENTIAL CHILLER CH02A FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLR0002B	2.40E-002	3.00E-004	ESSENTIAL CHILLER CH02B FAILS TO CONTINUE OPERATING	3)
CWCLS0002A	6.00E-002	3.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02A FAILS TO START	3)
CWCRS0002B	6.00E-004	6.00E-003	ESSENTIAL CHILLER CH02B FAILS TO START	3)
CWCLWSTART	6.00E-004	6.00E-004	ESSENTIAL CHILLER FAIL TO START DUE TO CCF	
CWCV01014A	1.25E-004	6.00E-004	CHECK VALVE 1014A FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CWCV01014B	1.25E-004	6.00E-004	CHECK VALVE 1014B FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
CWHSUECWA	8.80E-006	7.20E-004	CONTROL SW FOR ECWP PP02A/CHILLER CH02A SET OFF POSITION	4)
CWHSUECWB	8.80E-005	7.20E-004	CONTROL SW FOR ECWP PP02B/CHILLER CH02B SET OFF POSITION	4)
CWMPKRCLN	3.10E-005	7.20E-006	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP FAILS TO RUN DUE TO CCF	
CWMPM002PA	5.08E-005	2.40E-003	ECW PUMP PP02A UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
CWMPM002B	5.09E-005	2.40E-003	ECW PUMP PP02B UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
CWMPR001PA	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP01A FAILS TO RUN	3)
CWMPR001PB	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP01B FAILS TO RUN	3)
CWMPR002PA	6.00E-005	2.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP02A FAILS TO RUN	3)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 6)

정량화에 사용된 고장율 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
CWMPR002PB	6.00E-004	1.40E-004	ESSENTIAL CHILLED WATER PUMP PP02B FAILS TO RUN	3)
CWMP002PA	2.00E-003	8.20E-004	ECW PUMP PP02A FAILS TO STQRT	3)
CWMP002PB	2.00E-003	8.20E-004	ECW PUMP PP02B FAILS TO STQRT	3)
CWMPV002CA	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW CHILLER CH02A	5)
CWMPV002CB	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW CHILLER CH02B	5)
CWMPV002PA	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW PUMP PP02A	5)
CWMPV002PB	1.26E-002	7.81E-003	OPERATOR FAILS TO ACTUATE ECW PUMP PP02B	5)
CWMPWSTART	2.00E-002	8.20E-005	ECW PUMP FAIL TO START ELD TO CCF	
EDBCABC01A	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01A FAILS TO MAINTAI OUTPUT	3)
EDBCABC01B	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01B FAILS TO MAINTAIN OUTPU	3)
EDBCABC01C	1.68E-004	1.50E-004	1E BATTERY CHATGER BC01C FAILS TO MAINTAIN OUTPUT	3)
EDBCABC01D	1.68E-004	1.50E-004	1E GATTERY CHATGER BC01D FAILS TO MAINTAIN OUTPUT	3)
EDBCK125DC	1.70E-004	1.50E-005	1E BATTERY CHATGER FAIL TO MAINTAIN OUTPUT (CCF)	
EDBCMBC01A	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01A UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBCMBC01B	4.60E-005	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01B UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBCMBC01D	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01C UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBSK125DC	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY CHATGER BC01D UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EDBSYDC01A	4.80E-004	3.70E-007	FAULTS ON 1E 125V DC CONTTOL CENTERS (COMMON CAUSE)	
EDBSYDC01B	4.80E-004	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01A	3)
EDBSYDC01C	4.80E-007	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01B	3)
EDBSYDC01D	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01C	3)
EDBYABT01A	5.00E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 125V DC CONTTOL CENTER BUS DC01D	3)
EDBYABT01B	5.00E-006	1.88E-004	1E BATTERY BT01A FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYABT01C	5.00E-006	1.88E-004	1E BATTERY BT01B FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYABT01D	5.00E-004	1.88E-004	1E BATTERY BT01C FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYMBT01A	4.60E-004	1.88E-004	1E BATTERY BT01D FAILS TO PROVIDED OUTPUT	3)
EDBYMBT01B	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01A UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYMBT01C	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01B UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYMBT01D	4.60E-004	3.78E-004	1E BATTERY BT01C UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDBYW125DC	1.50E-005	3.78E-006	1E BATTERY BT01D UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
EDLBIBT01A	3.00E-005	5.50E-006	1E GATTERY FAILS TO PROVIDE OUTPUT (CCF)	
EDLBIBT01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01A LOAD BKR TO DC01A SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIBT01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01B LOAD BKR TO DC01B SPURIOUS OPEN	2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 7)

정량화에 사용된 고장율 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
EDLBIBTO1C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01C LOAD BKR TO D001C SPURIOUS OPNE	2)
EDLBIBTO1D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY BT01C LOAD BKR TO D001D SPURIOUS OPNE	2)
EDLBIDC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01A LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01B LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01C LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDC01D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01D LOAD BTEAKER SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDG01KA	3.00E-005	2.40E-005	1E 125V DC BUS LOAD BUS LOAD BRK TO 1E D/G 01KA SPURIOUS OPEN	2)
EDLBIDG01KB	3.00E-005	2.40E-005	1E 125V DC BUS LOAD BUS LOAD BRK TO 1E D/G 01KB SPURIOUS OPEN	2)
EGDGK01KAB	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & 1E D/G 01KB FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGK01KABS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGK01KAS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KA & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDG01KBS	2.90E-003	1.10E-003	1E D/G 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO RUN (CCF)	
EGDGN01KA	2.63E-003	2.31E-003	1E DIESEL GENERATOR 01KA UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EGDGN01KB	2.63E-003	2.31E-003	1E DIESEL GENERATOR 01KB UNAVAILABLE DUE TO T&M	5)
EGDGR01KA	1.90E-003	7.20E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KA FAILS TO RUN	2)
EGDGR01KB	1.90E-001	7.20E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KB FAILS TO RUN	2)
EGDGS01KA	3.75E-001	3.00E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KA FAILS TO START	2)
EGDGS01KB	3.75E-002	3.00E-002	1E DIESEL GENERATOR 01KB FAILS TO START	2)
EGDGW01KAB	8.60E-002	6.90E-005	1E D/G 01KA & 1E D/G 01KB FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KABS	5.60E-005	4.50E-004	1E D/G 01KA & 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KAS	8.60E-004	6.90E-005	1E D/G 01KA & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EGDGW01KBS	8.60E-005	6.90E-005	1E D/G 01KB & AAC D/G 01KS FAIL TO START (CCF)	
EKBSKSW01AB	4.80E-005	3.70E-007	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUSES (COMMON CAUSE)	
EKBSYSW01A	4.80E-007	3.70E-006	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01A	3)
EKBSYSW01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01B	3)
EKHBCDG91KA	1.25E-006	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM D/G 01KA FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCDG1KB	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01B FEED BRK FROM D/G 01KA FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCSAT A	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM SAT TRO1M FAIL TO CLOSE	2)
EKHBCSAT B	1.25E-003	1.00E-003	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM SAT TRO1M FAIL TO CLOSE	2)
EKHBCSW01AS	1.25E-003	1.00E-003	4.16KV SW01A FEED C/B FROM SW01S FAILS TO CLOSE	2)
EKHBCSW01BS	1.25E-003	1.00E-003	4.16KV SW01B FEED C/B FROM SW01S FAILS TO CLOSE	2)
EKHBITR01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01A REED BKR SPURIORS OPEN	2)
EKHBITR01B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01B REED BKR SPURIORS OPEN	2)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-14 (13 중 8)

정량화에 사용된 고장율 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중간값		
EKHBITR01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480B AAC L/C XFMR RT01S FEED BKR OPEN SPURIOUSLY	2)
EKHBITR02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480B LOAD CENTER XFMR RT02A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
EKHBITR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR RT02B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
EKHBIUATA	3.00E-005	2.40E-005	1E 4.16KV BUS SW01A FEED BRK FROM RAT TR01M SPURIOUS OPEN	2)
EKHBIUATB	3.00E-005	2.40E-005	1E 4.16KV BUS SW01B FEED BRK FROM RAT TR01M SPURIOUS OPEN	2)
ELBSK480LC	4.80E-007	3.70E-007	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS (COMMON CAUSE)	
ELBSYLC01A	4.80E-005	3.70E-006	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC01A	3)
ELBSYLC01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULTS ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC01B	3)
ELBSYLC01S	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V AAC LOAD CENTER BUS LC01S	3)
ELBSYLC02A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC02A	3)
ELBSYLC02B	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON 1E 480V LOAD CENTER BUS LC02B	3)
ELLBIBC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIBC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIBC01C	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01C FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBIBC01D	3.00E-005	2.40E-005	1E BATTERY CHARGER BC01D FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 40V LOAD CENTER BUS LC01A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01B	3.00E-005	2.40E-005	1E 40V LOAD CENTER BUS LC01B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V AAC L/C LC01S FEED BREAKER OPEN SPURIOUSLY	2)
ELLBILC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER BUS LC02A FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELLBILC02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER BUS LC02B FEED BKR SPURIOUS OPEN	2)
ELNWK480XFMR	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR FAIL WHILE OPERATING (CCF)	
ELNMYTR01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01A FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR01B FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR01S	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V AAC LC XFMR TR01S FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR02A FAILS WHILE OPERATING	2)
ELNMYTR02B	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V LOAD CENTER XFMR TR02B FAILS WHILE OPERATING	2)
ENBSK480MCC	4.80E-007	3.70E-007	FAULTS ON 1E 480V MCC (COMMON CAUSE)	
ENBSYMC01A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC01B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)
ENBSYMC02A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC02B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)
ENBSYMC03A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01A	3)
ENBSYMC03B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC01B	3)



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 9)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장을		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
EMBSYMC04A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC04A	3)
EMBSYMC02B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC04B	3)
CMBSYMC05A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC05A	3)
CMBSYMC05B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC05B	3)
EMBSYMC06A	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC06A	3)
EMBSYMC06B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC06B	3)
EMBSYMC07B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC07A	3)
EMBSYMC07B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC07B	3)
EMBSYMC08B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC08A	3)
EMBSYMC08B	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON 1E 480V MOTOR CONTROL CENTER BUS MC08B	3)
ENLBIMC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC01A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC01A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC01B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC02A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC02A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC02B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC03A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC03A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC03A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC03B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC04A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC04A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC04A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC04B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC05A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC05A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC05A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC05B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC06A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC06A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC06A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC06B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC07A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC07A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC07A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC07B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC08A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC08A FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ENLBIMC08A	3.00E-005	2.40E-005	1E 480V MCC BUS MC08B FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
ESBSYDC01S	4.80E-006	3.70E-006	FFULT ON AAC 125 DC CONTROL CENTER BUS DC01S	3)
ESBSYSW01S	4.80E-006	3.70E-006	FAULT ON AAC 4.16KV SWITCH GEAR BUS SW01S	3)
ESBYABT01S	5.00E-004	1.88E-004	AAC BATTERY BT01S FAILS TO PROVIDE OUTPUT	3)
ESBYMBT01S	4.60E-004	3.78E-004	AAC BATTERY BT01S UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
ESDGM01KS	2.78E-002	1.04E-002	AAC D/G 01KS UNAVAILABLE DUE TO TEST & MAINTENANCE	5)
ESDGR02KS	1.90E-001	7.20E-002	AAC D/G 01KS FAILS TO RUN	2)
ESDGS01KS	3.75E-002	3.00E-002	AAC D/G 01KS FAILS TO START	2)



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 10)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
ESDGO01KS	1.36E-003	5.11E-004	OPERATOR FAILS TO START AAC D/G 01KS	5)
ESHBCDGO1KS	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV BUS FEED BRK FROM AAC DG FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01A	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV SW01S LOAD D/B TO SW01A FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01B	1.25E-003	1.00E-003	AAC 4.16KV SW01S LOAD C/B TO SW01A FAILS TO CLOSE	2)
ESHBCSW01A	1.00E-003	3.75E-004	OPERATOR FAILS TO CONNECT C/B FROM SW01S TO SW01A	6)
ESHBCSW01B	1.00E-003	3.75E-004	OPERATOR FAILS TO CONNECT FROM SW01S TO SW01B	6)
ESLBIBT01S	3.00E-005	2.40E-005	AAC 125V DC BUS FIID BRK FROM AAC BAT SPURIOUS OPEN	2)
ESLBIDG01KS	3.00E-005	2.40E-005	AAC D/G 01KS FEED BREAKER SPURIOUS OPEN	2)
FSCKAASFAS1A	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-1A SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAASFAS1B	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-1B SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAASFAS2A	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-2A SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKAASFAS2B	1.00E-003	3.75E-004	AFAS-2B SIGNAL NOT ACTUATED AUTOMATICALLY	4)
FSCKACQ13A	1.00E-003	3.75E-004	FAILURE OF ACTUATION SIGNAL FOR CQ 0013A	4)
FSCKACQ13B	1.00E-003	3.75E-004	FAILURE OF ACTUATION SIGNAL FOR CQ 0013B	4)
FSCKASIASA	1.00E-003	3.75E-004	NO SAFETY INJECTION ACTUATION SIGNAL TRAIN A	4)
FSCKASIASB	1.00E-003	3.75E-004	NO SAFETY INJECTION ACTUATION SIGNAL TRAIN B	4)
HCCQK0013	2.40E-005	1.80E-005	CUBICLE COOLERS FOR AFW MDP ROOM FAIL TO RUN (CCF)	
HCCQKCCP	2.40E-005	1.80E-005	RUNNING CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLERS	
HCCQR0013A	2.40E-004	1.80E-004	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM FAILS TO RUN	3)
HCCQR0013B	2.40E-004	1.80E-004	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP6A	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 16A FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP6B	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 16B FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP7A	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A FAILS TO RUN	3)
HCCQRCCP7B	2.40E-004	1.80E-004	CCW PUMP CUBICLE COOLER 17B FAILS TO RUN	3)
HCCQS0013A	6.00E-003	5.42E-003	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM FAILS TO START	3)
HCCQS0013B	6.00E-003	5.42E-003	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM FAILS TO START	3)
HCCQSCCP7A	6.00E-003	5.42E-003	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A FAILS TO START	3)
HCCQSCCP7B	6.00E-003	5.42E-003	CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17B FAILS TO START	3)
HCCQVCCPA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START CCW PUMP ROOM A CUBICLE COOLER	5)
HCCQVCCPB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START CCW PUMP ROOM B CUBICLE COOLER	5)
HCCQW0013	6.00E-004	5.40E-004	CUBICLE COOLERS FOR AFW MDP ROOM FAIL TO START (CCF)	
HCCQWCCP7AB	6.00E-004	5.40E-004	DEMAND CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLER 17A&17B	
HCIKACCP7A	2.00E-004	7.51E-005	CCW PUMP ROOM A CUBICLE COOLER INTERLOCK FAILS	4)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 11)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장을		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
HCIKACCP7B	2.00E-004	7.51E-005	CCW PUMP ROOM B CUBICLE COOLER INTERLOCK FAILS	4)
HCIDWCCP7AB	2.00E-005	7.50E-006	CCF OF CCW PUMP ROOM CUBICLE COOLERS INTERLOCK	
HCSKUCCPA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF SQ FOR CCW PP ROOM A ON LOCAL	4)
HCSKUCCPB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF SQ FOR CCW PP ROOM B ON LOCAL	4)
HC\TAFPIA	1.90E-005	7.20E-006	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 01A ROOM VALVES FAIL CLOSED	2)
HC\TAGMP2B	1.90E-005	7.20E-006	CUBICLE COOLER FOR AFW MDP 02B ROOM VALVES FAIL CLOSED	2)
HDABKFAN	2.40E-005	2.40E-005	RUNNING CCF OF DG ROOM FANS	
HDABR02CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CA FAILS TO RUN	3)
HDABR03CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CB FAILS TO RUN	3)
HDABR03CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 03CS FAILS TO RUN	3)
HDABR04CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CA FAILS TO RUN	3)
HDABR04CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CB FAILS TO RUN	3)
HDABR04CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 04CS FAILS TO RUN	3)
HDABR05CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CA FAILS TO RUN	3)
HDABR05CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CB FAILS TO RUN	3)
HDABR05CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 05CS FAILS TO RUN	3)
HDABR06CA	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CA FAILS TO RUN	3)
HDABR06CB	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CB FAILS TO RUN	3)
HDABR06CS	2.40E-004	2.40E-004	FAN 06CS FAILS TO RUN	3)
HDABR03CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CA FAILS TO START	3)
HDABR03CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CB FAILS TO START	3)
HDABR03CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 03CS FAILS TO START	3)
HDABR04CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CA FAILS TO START	3)
HDABR04CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CB FAILS TO START	3)
HDABR04CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 04CS FAILS TO START	3)
HDABR05CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CA FAILS TO START	3)
HDABR05CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CB FAILS TO START	3)
HDABR05CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 05CS FAILS TO START	3)
HDABR06CA	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CA FAILS TO START	3)
HDABR06CB	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CB FAILS TO START	3)
HDABR06CS	6.00E-004	1.46E-004	FAN 06CS FAILS TO START	3)
HDABVDG01KA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START FAN FOR DG 01KA ROOM CENTILATION	5)
HDABVDG01KB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START FAN FOR DG 01KB ROOM CENTILATION	5)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 12)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
HDABVDG01KS	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO TART FAN FOR AAC DG ROOM VENTILATION	5)
HDABWFAN	6.00E-005	1.50E-005	DEMAND CCF OF DG ROOM FANS	
HDCKA01CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA03CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 03CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA04CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA01CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 04CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA05CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 05CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CA	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CA ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CB	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CB ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKA06CS	1.00E-003	3.75E-004	FAN 06CS ACTUATING CIRCUIT FAILURE	4)
HDCKWFAN	1.00E-004	3.80E-005	CCF OF DG ROOM FANS ACTUATION CIRCUIT	
HDSKUDG01KA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION IOF HAND SWITCH OF FAN FOR DG 01KA	4)
HDSKUDG01KB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION OF HAND SW. OF FAN FOR DG 01KB RM	4)
HDDKUDG01KS	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POSITION OF HAND SW. OFFAN FOR AAC DG 01KS	4)
HHABKESWP	2.40E-005	2.40E-005	RUNNING CCF OF ESW PUMP ROOM AHUS	
HHABR01CA	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH01A FAILS TO RUN	3)
HHABR01CB	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH01B FAILS TO RUN	3)
HHABR02CA	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02A FAILS TO RUN	3)
HHABR02CB	2.40E-004	2.40E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02B FAILS TO RUN	3)
HHABR02CA	6.00E-004	1.46E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02A FAILS TO START	3)
HHABR02CB	6.00E-004	1.46E-004	ESW PUMP ROOM AHU AH02B FAILS TO START	3)
HHABR02CA	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START AHU 01CA IN SEW PUMP ROOM	5)
HHABR02CB	5.86E-002	3.63E-002	OPERATOR FAILS TO START AHU 02CB IN SEW PUMP ROOM	5)
HHABR02AB	6.00E-005	1.50E-005	DEMANDING CCF OF ESW PUMP ROOM AHUS AH02A & AH02B	
HHABR02CA	2.00E-004	7.51E-005	ESW PUMP RMA AHU 02CA INTERLOCD FAILS TO GEN. SIGNAL	4)
HHABR02CB	2.00E-004	7.51E-005	ESW PUMP RM B AHU 02CB INTERLOCK FAILS TO GEN. SIGNAL	4)
HHIKA01CB	2.00E-005	7.50E-006	DEMAND CCF OF ESW PUMP ROOM AHU INTERLOCK	
HHSKU02CA	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF AHU FOR ESW PUMP RM A ON LCP	4)
HHSKU02CB	8.80E-004	3.30E-004	MANUAL POS. OF HAND SW. OF AHU FOR ESW PUMP RM B ON LCP	4)

울진 3,4호기 최종안전성분석보고서
표 10A-14 (13 중 13)

정량화에 사용된 고장을 데이터

기본사건	고장율		기본 사건 설명	데이터 원
	평균값	중앙값		
NOXHKSAT	3.00E-006	2.40E-006	FAULTS ON STANDBY AUX. XFMRs (COMMON CAUSE)	
NOXHKLAT	3.00E-006	2.40E-006	FAULTS ON UNIT AUX. XFMRs (COMMON CAUSE)	
NOXGMSATA	9.77E-003	6.51E-003	SAT TRO2M UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
NOXGMSATB	9.77E-003	6.51E-003	SAT TRO2N UNAVAILABLE DUE TO MAINTENANCE	5)
NOXHMAIN	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON MAIN XFMR	2)
NOXHYSATA	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON STANDBY AUX. SFMR TRO2M	2)
NOXHYSATB	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON STANDBY AUX. SFMR TRO2N	2)
NOXHYUATA	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON UNIT AUX. XFMR TRO1M	2)
NOXHYUATB	3.00E-005	2.40E-005	FAULT ON UNIT AUX. XFMR TRO1N	2)
SWCV01003A	1.25E-004	1.00E-004	ESW PUMP 02PA DISCH. CV 1003 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
SWCV01004B	1.25E-004	1.00E-004	ESW PUMP 02PB DISCH. CV 1004 FAILS TO OPEN ON DEMAND	1), 2)
SWIKAESWP	2.00E-004	7.51E-005	ESW TRAIN A PUMP INTERLOCK FAILS TO ACTUATE ESW PP	4)
SWIKAESWPB	2.00E-004	7.51E-005	ESW TRAIN B PUMP INTERLOCK FAILS TO ACTUATE ESW PP	4)
SWIKAESWP	2.00E-005	7.50E-006	CCF OF ESW PUMP INTERLOCKS	
SWMPKRUN	4.00E-006	9.60E-007	CCF FOR ESW PUMPS RUNNING	
SWMPM002PA	2.63E-003	2.31E-003	ESW PUMP 02PA UNAVAILABLE DURING TEST&MAINTENANCE	5)
SWMPM002PB	2.63E-003	3.31E-003	ESW PUMP 02PB UNAVAILABLE DURING TEST&MAINTENANCE	5)
SWMPM001PA	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 01PA FAILS TO RUN	3)
SWMPM001PB	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 01PB FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PA	7.68E-004	1.90E-004	ESW PUMP 02PA FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PB	7.68E-004	1.90E-004	MOTOR DRIVEN SERVICE WATER PUMP 02PB FAILS TO RUN	3)
SWMPM002PA	2.40E-003	9.84E-004	ESW PUMP 02PA FAILS TO START	3)
SWMPM002PB	2.40E-003	9.84E-004	ESW PUMP 02PB FAILS TO START	3)
SWMPVESWP	1.16E-002	7.19E-003	OPERATOR FAILS TO START STANDBY ESW PUMP 02PA, 02PB	5)
SWMPWSTATR	2.40E-004	9.80E-005	CCF OF ESW PUMPS START	
SWVHX02A	2.26E-002	1.40E-002	OPERATOR FAILS TO ARRANGE HX 02A (VV1007, VV1013)	6)
SWVHX02B	2.26E-002	1.40E-002	OPERATOR FAILS TO ARRANGE HX 02B0	6)

Data Sources : 1) NUREG-0635, 2) WASH-1400, 3) EPRI UR KAG Rev.5, 4) UCN3&4 Preliminary PSA, 5) UCN3&4 Final PSA,
6) Engineering Judgment



울진 3,4호기 최종안전성분석보고서

표 10A-15 (1 중 1)

보조급수계통 신뢰도분석에 사용된 공통원인 변수

기기	공통원인고장 분류크기	고장모드	공통원인 변수
보조급수 터빈구동펌프	2대 (동일구동축펌프)	기동실패 가동중 실패	$\beta=7.9E-2$ $\beta=1.7E-2$
보조급수 모터구동펌프	2대 (동일구동축펌프)	기동 실패 가동중실패	$\beta=7.9E-2$ $\beta=1.7E-2$
1차측기기냉각해수계통펌프 2대 펌프 (필수냉방수펌프, 4대 펌프) 기기냉각수 펌프)		기동 실패 가동중 실패	$\beta=1.0E-1$ $\beta=2.6E-2$ $\tau=2.0E-1$ $\delta=1.0E-0$
모터구동밸브 (솔레노이드밸브)	4 밸브	요구 운전 실패	$\beta=4.9E-2$ $\tau=9.0E-1$ $\delta=7.8E-1$
공기구동밸브	2 밸브	요구 운전 실패	$\beta=8.8E-2$
체크밸브	4 밸브	요구시 개방 실패	$\beta=1.7E-1$ $\tau=9.6E-1$ $\delta=8.6E-1$
디젤발전기	3 대	기동 실패 운전중 고장	$\beta=2.0E-2$ $\tau=7.6E-1$ $\beta=4.0E-2$ $\tau=4.1E-1$
축전지	2 뱅크	운전 실패	$\beta=2.9E-2$
기타 기기들		운전 실패	$\beta=1.0E-1$ ¹⁾

1) EPRI URD KAG Rev. 5에 공통원인고장 변수가 수록되어 있지 않은 경우 보수적으로 이값을 사용함.

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

보조급수계통 단순배관 및 계장도

그림 10A-1 (2 중 1)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

보조급수계통 단순배관 및 계장도

그림 10A-1 (2 중 2)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수복

그림 10A-3 (19 중 1)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 2)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 3)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수복

그림 10A-3 (19 중 4)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3, 4 호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 5)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3, 4 호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 6)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 7)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3.4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 8)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 9)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 10)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 11)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수복

그림 10A-3 (19 중 12)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 13)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 14)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수복

그림 10A-3 (19 중 15)

본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3, 4 호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 16)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사
울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 17)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 18)



본 문서는 한국수력원자력(주)이 정보공개용으로 작성한 문서입니다.

96d0103e-cf8a11081416



한 국 전 력 공 사

울진 3, 4 호기
최종안전성분석보고서

울진 3,4호기 보조급수계통 고장수목

그림 10A-3 (19 중 19)

