

공학적안전설비 기기제어계통 일부 기능상실 관련 점검 결과 후속 보고

(KINS, '21.11.12.)

[공학적안전설비 일부 운전불능에 따른 한수원 조치 검토](21.8.31 서면 보고)에 대한 후속 점검 결과 보고임

< 기 보고 내용 요약 >

- (사건 개요) 운영허가(21.7.9) 이후 시운전중인 신한울 1호기에서 공학적안전설비 기기제어계통 내 1개 루프제어기(LX11A) 기능상실로 인해 18개 기기 운전불능 상황 발생(21.8.19.03:47~17:20)
- (점검 결과) ①루프제어기 기능상실 원인 분석 필요, ②경보절차서 수행 및 운영기술지침서(T/S) 적용 미흡 등에 대한 추가 점검 필요

I

주요 경위

당시 발전소 상황은 초기 임계전으로 핵연료장전 후 고온기능시험(제어봉성능시험, POSRV 밸브 동작시험 등) 수행을 위해 원자로냉각재계통 압력 27.9kg/cm²A, 온도 137.8°C 유지중이었음

'21.8.19.(목)

- ① 03:47 주제어실 내 'ESF-CCS* 채널 A Network Fail' 경보 확인 및 해당 경보절차서 수행 (발전부)

- 운전변수는 정상으로 유지되어 관련 기기 운전불능 발생 미인지

* 공학적안전설비 기기제어계통(이하 ESF-CCS) : 설계기준 사고시 노심 냉각 및 방사성물질 유출 방지를 위한 공학적안전설비를 제어하는 설비 참고 (P.7)

- ② 09:10 ESF-CCS 루프제어기*(LX11A) 점검 결과, 해당 부하기기 운전불능 상태 확인 (MMIS부)

- 운영기술지침서(T/S : Technical Specification) 불만족상태 선언 미수행

* 4개 채널 총 54개로 구성되며, LX11A는 18개 기기를 제어함

- ③ 09:42 운전원 배치 등 조치 수행 (발전부)

- 루프제어기 정비 시 기기 오작동 대응을 위해 운전원 2명을 현장에 배치

- ④ 14:55~17:20 루프제어기(LX11A) 정비 착수 및 복구 완료 (MMIS부)

'21.8.20.(금) 10:08 '21.8.22.(일) 19:49 '21.8.27.(금) 17:45

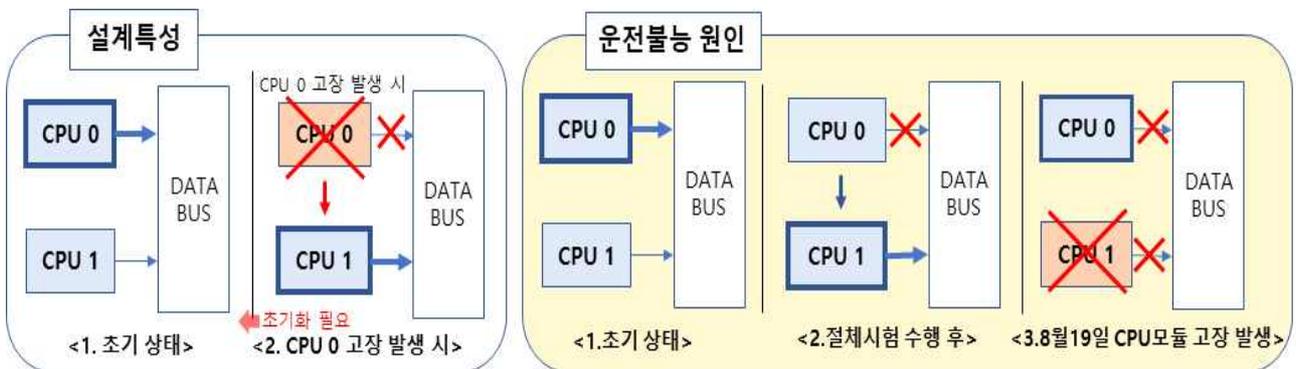
- 운전불능 기기별(18개 기기중 13개 기기) T/S 불만족상태 사후 선언 (발전부)

II

ESF-CCS 루프제어기(LX11A) 기능상실 관련 점검 결과 붙임1 (P.9)

□ 원인 및 문제점

- (직접원인) CPU모듈을 이중으로 설계*하였으나, 동 사건 발생 당시 이중화에 따른 CPU모듈 절체가 불가능한 상태로 운영
 - * CPU₀ 고장시 CPU₁이 제어권을 가지며, CPU간 반복적인 절체 현상을 방지하기 위하여 절체(CPU₀ → CPU₁) 이후에는 추가적인 절체(CPU₁ ⇄ CPU₀)가 안되도록 설계
- CPU모듈 절체 시험(CPU₀ → CPU₁) 후('21.3.23) 초기화를 미수행한 상태로 시운전시험을 하던 중, CPU₁ 고장이 루프제어기(LX11A) 기능상실로 이어짐



- (근본원인) 시험절차서 수립 시 설계사항을 반영하는 절차 미흡
 - 절차서 제·개정시 공급사(두산중공업) 확인을 거치지 않고 시험절차서를 자체 수립·적용*
 - * 선행호기 시험절차서에 대한 적절성 검토 없이 신한울 1,2호기에 적용
 - 이로 인해 신한울 1,2호기의 이중화된 CPU모듈 고유 설계 특성을 반영하지 못한 시험 절차가 기재

☞ KINS는 설계특성을 반영한 시험절차서 개정과 운영절차서 제·개정 시 공급사의 설계사항을 확인할 수 있는 절차서 관리 체계 개선을 요구

☐ 한수원 재발방지 대책 (~'21.12) 붙임 6 (P.14)

① CPU모듈 절체 시험 절차서 개정

- 신한울 1,2호기 고유 설계특성을 반영한 시험절차서 개정
- 한편, 이중화된 CPU 절체 이후 초기화가 요구되지 않도록 설계를 변경하여 안전관련 기기의 운전가능성을 향상

② 절차서 유효성 강화 프로세스 구축

- 절차서 제·개정시 설계사/공급사 검토의견을 반영하도록 절차서 관리 프로세스를 표준 절차화
- 전체 현행 운영절차서 대상으로 유효성을 검토하고, 문제점 발견 시 설계사/공급사 의견을 반영한 절차서 개정

III

운전원 대응조치 미흡 관련 점검 결과

☐ 원인 및 문제점

- ESF-CCS 루프제어기(LX11A) 기능상실로 인한 안전기기의 운전불능 상황을 신속·정확하게 인지할 수 있는 경보체계 미흡 붙임 2 (P.10)

☞ KINS는 루프제어기 기능상실 인지 개선 방안 및 전체 경보체계에 대한 검토를 요구

- 경보절차서에 따라 고장이 발생된 루프제어기(LX11A)의 상태지시등을 확인하지 않고, 주제어실내 운전변수와 기기 운전상태 확인을 통해 단순 통신 오류로 임의 판단 붙임 3 (P.11)

☞ KINS는 절차서 준수 강화를 위한 체계적 관리 대책을 수립할 것을 요구

- T/S 적용 검토시, 루프제어기(LX11A) 기능상실에 대한 이해 부족으로 운전원을 현장배치하면 상황관리가 가능하며, T/S 적용이 필요하지 않다고 잘못 판단 붙임 4&5 (P.12~13)

☞ KINS는 전체 운영절차서의 T/S 연계 기재사항의 적절성을 재검토할 것을 요구

- 발전부장과 안전차장은 T/S 적용여부에 대한 상호 교차 검토 미수행

☞ KINS는 운전원의 T/S 검토 수행 미흡에 대한 근본적인 개선대책을 수립할 것과 주제어실 운전원의 안전 중심 운전방안을 강화할 것을 요구

☐ **한수원 재발방지 대책 (~'21.12)** 붙임 6 (P.14)

① **경보체계 개선**

- ESF-CCS 루프제어기 기능상실시 즉시 이를 인지할 수 있도록 **경보(Abnormal Alarm)를 신설하고 우선순위 상향(우선순위3→2)**

※ 경보 우선순위별 정의

우선순위	색상	형상	정 의
1순위	노란색		- 원자로 트립 또는 발전소 정지 및 방사능 방출 등 신속한 운전의 조치를 필요로 하는 경보
2순위	노란색		- 발전정지를 일으킬 수 있는 운영기술지침서 위배와 관련된 경보 - 정해진 시간 내 미조치시 발전 정지 또는 방사능 누출 가능 경보
3순위	노란색		- 계통 기능저하 등 발전소 운전성에 영향을 미치는 경보. 단, 발전소 정지, 방사능 누출, 기술규격서 위배 등을 야기시키지는 않는 경보

- 안전계통 운전불능 등 **전체 경보체계(경보절차서 40건, 전체 5,570개 경보) 적절성에 대한 확대점검 시행**

② **전체 운영절차서에 대한 적절성 검토**

- **과도상태 대응절차서(경보, 비정상·비상운전 절차서) 등 전체 운영절차서의 T/S 연계 적절성 여부, 운전원 조치가능성에 대한 확대점검 시행**
- ESF-CCS 루프제어기(54개) 운전불능 대응하기 위한 **비정상 절차서* 개발**
* 루프제어기별 고장증상, 조치 우선순위, T/S 적용 검토대상 등 기술

③ **주제어실 운전원 대응 체계 개선**

- T/S 적용 등 비정상 상황 발생 시 발전부장과 안전차장의 책임사항 및 보고체계를 절차서(운전행위 표준지침)에 구체적으로 명기

현행	개정안
없음	<p>7.2.6 운영기술지침서, 보고대상사건, 방사선비상계획서 적용 검토 시 발전부장, 안전차장을 포함하여 반드시 2인 이상이 검토해야 한다.</p> <p>주1) 상호간 이견이 발생하거나 해석이 모호한 경우, 즉시 발전소장, 운영실장 보고 및 발전운영부장에게 통보한다.</p> <p>주2) 부득이한 사유(화재진압 등)로 인해 주제어실내 안전차장 부재 시 해당노형 면허(원자로조종사 또는 원자로조종감독자)를 보유한 운전원이 그 역할을 대신할 수 있다.</p>

- 발전부장의 적절한 안전성 확보를 위한 **작업일정 조정 또는 작업 중지 절차를 절차서(정비작업 처리관리)에 구체적으로 명기**
- 초기임계, 계통연결 등 중요시험 수행시 독립적인 Oversight 및 기술지원을 위해 사내전문가로 구성된 **본사 주관 특별지원팀 운영**

④ 절차서 준수 강화를 위한 운영프로세스 강화 시행

- 절차서 준수 미흡사례에 대한 **진단·개선·피드백 활동 의무화**하고, 미흡사례별 **중요도 등급을 부여**하고 **등급별 시정조치 수행**

< 절차서 준수 강화를 위한 운영프로세스 연계수행 개요 >

프로세스	① 자체진단	② 관리자관찰	③ 본사 후속점검	④ 운전경험보고서 작성 및 전파
발전소	<ul style="list-style-type: none"> • 갯분석, 개선사항 도출 * 절차서 준수 미흡사항에 집중 	<ul style="list-style-type: none"> • 개선활동 유효성 검증 * 종사자 행위 집중 관찰·개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 점검 피드백 반영·개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 보고서 작성·전파 * 절차서 수행 적절성 검토
주 기	수 시	매 월	<ul style="list-style-type: none"> • 원전본부 안전감시역: 상시 • 본사: 연간 	발생 시

※ 예) 금번 T/S 적용 미흡 건은 중요도 등급을 1등급으로 하고 ①~④단계 시정조치 의무 수행

⑤ 재발방지대책에 대한 교육 실시

- ESF-CCS 루프제어기 **고장 훈련 시나리오 개발 및 교육**
- 안전관련 기기 조작전 **T/S 사전 검토 및 적용 방법 교육**
- 다수기기 제어와 관련된 기기 고장 시 **운전가능성 결정 절차 교육**
- 운영절차서 개정사항 및 작업절차 준수 교육 강화

V

향후 계획

☐ 한수원 재발방지 대책 이행 결과 점검

- 신한울 1호기 5단계 사용 전 검사 항목으로 선정하여 한수원 재발방지 대책 이행 결과에 대한 적절성 점검 예정
 - 최초 임계 이전(12월말) 한수원 조치 사항 및 CPU모듈 등 설계 변경 사항에 대해 점검팀을 구성하여 입회검사 실시 예정

재발방지 대책 이행 결과 점검	시기
■ ESF-CCS 루프제어기(LX11A) 기능상실 관련 재발방지 대책	
① CPU모듈 절체 시험 절차서 개정	12월 중
② 절차서 유효성 강화 프로세스 구축	12월 말
■ 운전원 대응조치 미흡 관련 재발방지 대책	
① 경보체계 개선	12월 말
② 전체 운영절차서에 대한 적절성 검토 및 교육	12월 말
③ 주제어실 운전원 대응 체계 개선	11월 말
④ 절차서 준수 강화를 위한 운영프로세스 강화 시행	12월 말
⑤ 재발방지대책에 대한 교육 실시	12월 말

- 재발방지 대책 중 인허가 문서 변경 사항에 대한 안전성 및 적절성 심사 수행(경보체계 개선 관련 경미한 사항 변경신고 심사 중)

※ 한수원은 본 건과 관련하여 시운전시험을 중단('21.8.25 ~ '21.12)하고 재발방지 대책 이행중으로 당초 사용 전 검사 일정 및 상업운전 예정일('22.3.末) 순연 불가피

참고

ESF-CCS 구성 및 기능, 운전불능 루프제어기(LX11A) 설명자료

1 ESF-CCS 구성 및 기능

- 안전기능을 수행하는 기기를 감시 및 제어하는 설비로서, 단일고장 시에도 안전기능을 수행할 수 있도록 다중 설계됨
- 그룹제어기로부터 생성된 신호는 루프제어기(54개)로 입력 → 루프제어기 후단의 현장기기연계모듈을 통해 최종적으로 현장 부하기기(627개)에 전달

- 1) 그룹제어기: 발전소 사고 상황에 적합한 공학적안전설비 작동신호를 발생
- 2) 루프제어기: 공학적안전설비 작동신호에 따른 그룹단위 기기제어
- 3) 현장기기연계모듈: 단위기기 제어



2 ESF-CCS 루프제어기 구성 및 운전불능 루프제어기

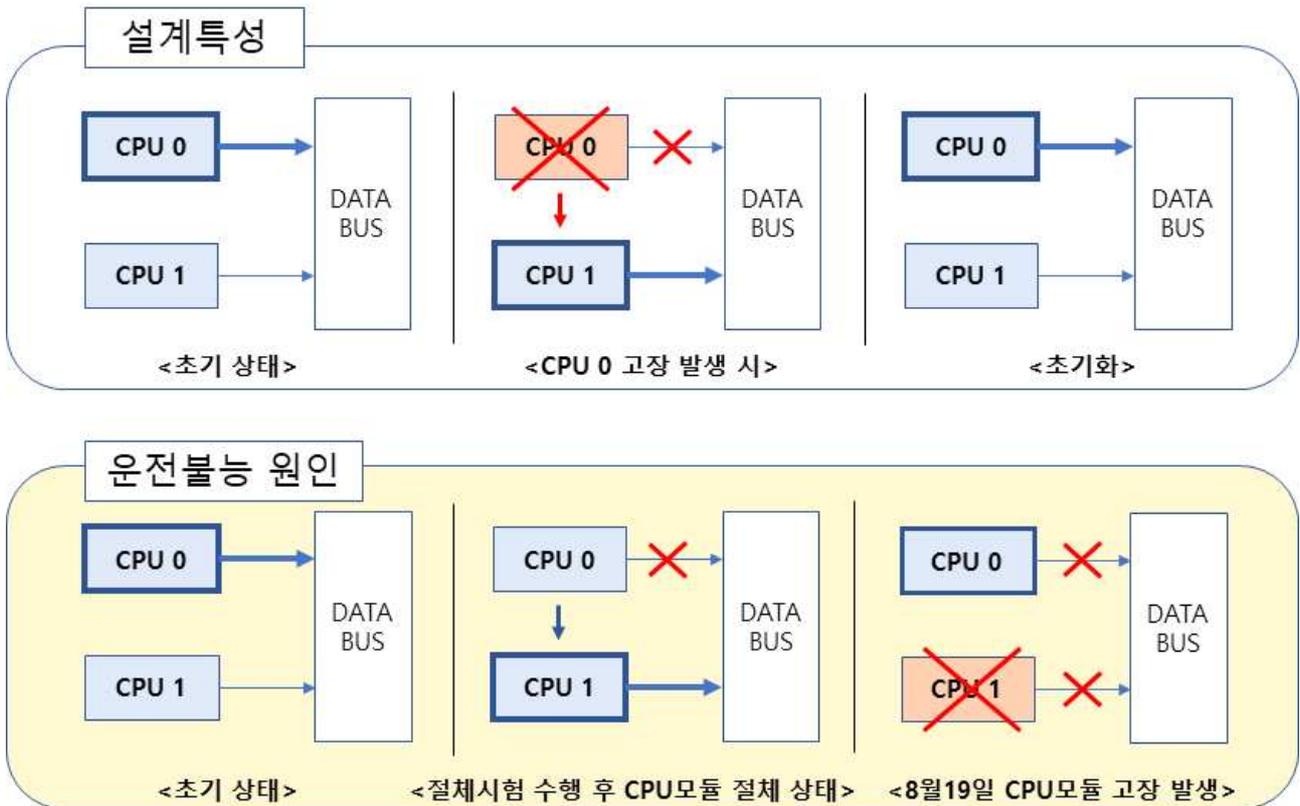


3

LX11A 루프제어기 부하기기

기기번호	기 기 명	고장 전/후 상태	
		전	후
9-433-V-0410	가압기 배기밸브	Close	Close
9-433-V-0414	원자로 용기 배기 밸브	Close	Close
9-433-V-0420	가스 배기밸브(to IRWST)	Close	Close
9-461-M-PP01A	기기냉각수 펌프 1A	Start	Start
9-461-V-0021	기기냉각수 열교환기 01A 출구 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0023	기기냉각수 열교환기 02A 출구 격리밸브	Close	Close
9-461-V-0025	기기냉각수 열교환기 03A 출구 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0027	기기냉각수 열교환기 우회배관 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0143	기기냉각수 A계열 비안전부하 공급배관 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0149	기기냉각수 A계열 비안전부하 회수배관 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0296	화학및체적제어계통(CVCS) 유출유로 열교환기 공급배관 기기냉각수 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0302	화학및체적제어계통(CVCS) 유출유로 열교환기 회수배관 기기냉각수 격리밸브	Open	Open
9-461-V-0351	정지냉각열교환기 01A 기기냉각수 공급 입구격리밸브	Open	Open
9-461-V-0383	필수냉동기 응축기 01A 기기냉각수 공급밸브	Open	Open
9-461-V-0389	사용후연료저장조 냉각 열교환기 02A 입구 격리밸브	Open	Open
9-461-V-1037	기기냉각수 교차 공급모관 격리밸브	Close	Close
9-491-V-0042	원자로건물 외측 사고후 시료채취계통 격리밸브	Close	Close
9-491-V-0053	사고후 시료채취계통 회수라인 격리밸브	Close	Close

붙임 1 CPU모듈 절체 설계 사항 및 운전불능 원인

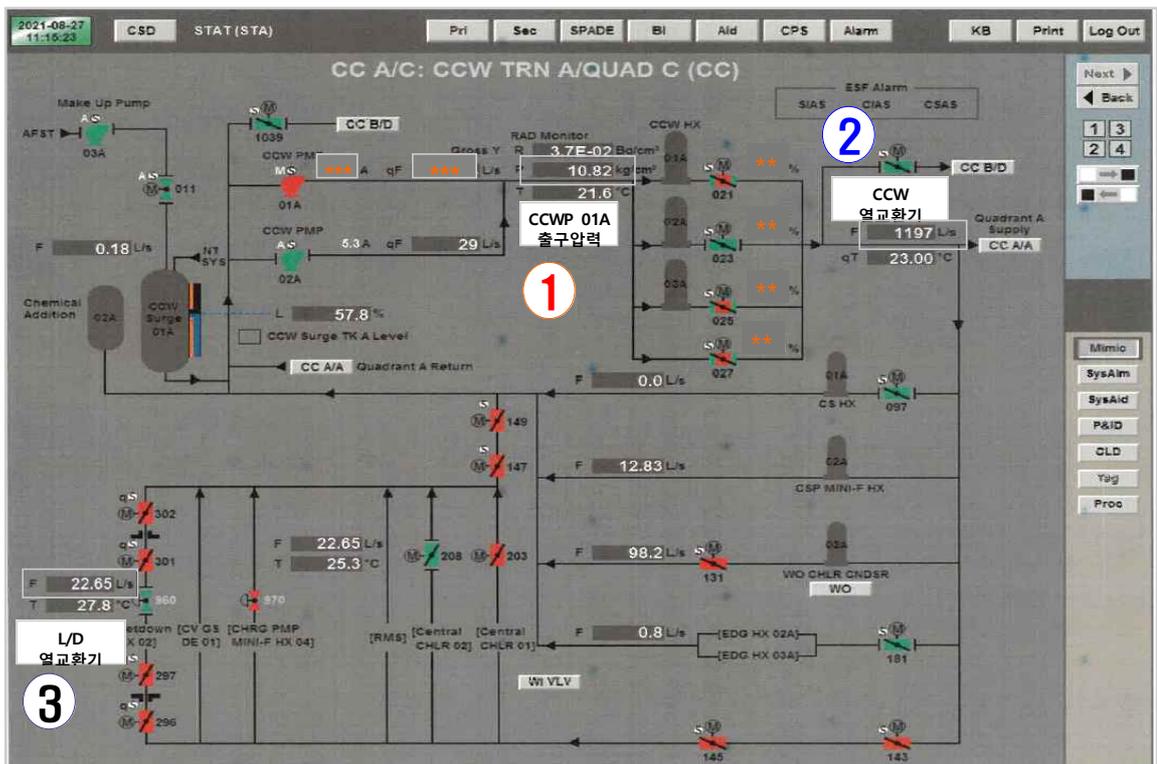
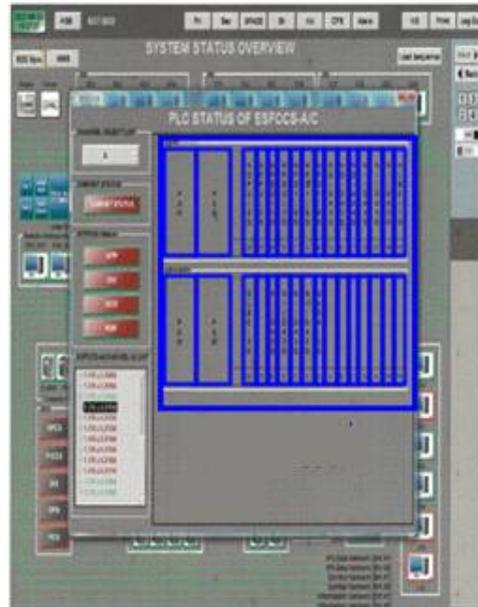


- 불특정 고장(Random Failure)을 대비하여 CPU모듈이 이중화로 설계됨
- CPU모듈이 한번 절체(Transfer)되면 정비원이 직접 초기상태로 초기화를 하여야 함.
- 초기화(CPU 0/1 Reset 버튼 누름) 미수행 시 추가적인 CPU모듈 절체는 안됨
- CPU모듈 절체 시험을 절차서에 추가('21.1.6. 초기화 절차 없음)하여, 시험을 수행한 후 초기화를 하지 않은 상태(CPU 1)로 운영(추가 절체 안되는 상태)
- '21.8.19. CPU 1에 고장이 발생하였으나, 설계에 따라 추가 CPU모듈 절체가 되지 않아 LX11A 기능상실 발생

붙임 2 LX11A 운전불능 관련 인지가능 경보 부재

□ 네트워크 고장 당시 운전원상태정보 화면 상태

- 운전원상태정보에서는 파란색으로 “이상” 상태로 지시되었으나, 관련 기기의 운전변수가 정상이기에 통신 오류로 판단함



붙임 3 ESF-CCS 채널 A 네트워크 Fail 경보절차서 수행 미흡

□ 절차서의 긴급 조치사항을 적절하게 수행하지 않음

- 조치필요사항 : “신호가 상실된 해당 NETWORK 캐비닛의 위치를 찾아 캐비닛 상태지시등을 확인한다”

한울원자력 신한울1발전소 운영절차서	
경보-3799-1208	MI ESF-CCS CHAE Network FAIL
MI ESF-CCS CHAE Network FAIL	[단계] 1. MI ESF-CCS CHAE Network F

P ← 아래의 경보절차서를 수행한다.

일련번호	208
경 보 명	MI ESF-CCS CHAE Network FAIL
경 보 ID	A_9_MLUA_010_01
발 생 원	PA03A
설 정 치	N/A

- 원 인
 - 가. 캐비닛의 NETWORK 신호 상실
- 자동동작
 - 해당 없음
- 긴급 조치사항**
 - 가. 신호가 상실된 해당 NETWORK 캐비닛의 위치를 찾아 캐비닛 상태지시등을 확인한다.
- 후속 조치사항
 - 가. 계측제어팀에 관련설비 점검 및 조치를 요청하여 신호가 상실된 캐비닛의 카드 및 계기를 점검하여 복구한다.
- 참 조
 - 가. 신한울 1,2호기 제어논리도 : 9-799-J158-003
- 붙 임
 - 해당 없음

붙임 5

운영기술지침서 운전제한조건 적용 사항

□ 운전제한조건 사후 적용 항목 평가

- 3.3.6항 공학적안전설비 작동계통 논리 및 수동트립
 - 안전주입작동신호(SIAS) 발생 시 1차기냉각수펌프 미동작
- 3.6.3항 원자로건물 격리밸브
 - 원자로건물격리작동신호(CIAS) 발생 시 전동기구동밸브(2대)가 동작하지 않음
- 3.8.1항 교류전원: 운전중
 - “소외전원상실+안전주입작동신호”가 발생할 경우 자동부하순차투입기 신호에 의하여 1차기냉각수펌프가 정상적인 순서보다 빨리 기동함

☞ LX11A 운전불능에 따라 운영기술지침서 상기 세가지 항목 적용. 그 중 가장 제한적인 3.6.3항의 경우, 불만족상태 제한시간인 4시간을 초과하였으나, 최종 조치요구시간 40시간 내 LX11A 고장수리가 완료되고 정상화됨

붙임 6 한수원 재발방지 대책 (상세)

□ 절차서 오류 개선 및 절차서 준수 강화 프로세스 구축

- (배경) ESF-CCS 루프제어기 절체 발생시, 설계사항과 일치되도록 초기상태 복구하는 절차가 기술되지 않음
 - ※ 공급사 매뉴얼 및 선행호기 절차서에도 초기상태로 복구하는 절차가 기술되어 있지 않음
- (이행방안) 운영권 절체 시험 후 이중화 CPU 초기상태 복구 절차를 설비 공급사로부터 제공받아 해당 시험절차서 개정
- (추가점검) 발전소 전체 운영절차서 대상으로 유효성 여부를 확인하고, 유효성 결여 판단 시 공급사 검토의견을 반영하여 절차서 개정 추진

※ 절차서 관리 프로세스 개선

절차서 개정시 해당 사항이 공급사 매뉴얼 또는 관련자료에 명시되어 있지 않을 경우, 공급사 검토 의견을 반영하도록 표준절차서 개정

□ CPU모듈 절체 이후 초기화 요구되지 않는 설계 개선

- (배경) 이중화 CPU를 초기상태로 복구 수행 시 관련 기기에 대한 T/S 적용 등이 요구됨
 - ※ 필요시 운기침을 적용한 후 현장에서 CIM 스위치 조작을 통한 기기제어는 가능
- (이행방안) 고장 발생 시 자동으로 CPU모듈이 절체될 수 있도록 소프트웨어 기능을 개선하여 안전기기 운전가능성 향상
- 해당 설계 사항은 신고리 3,4호기와 동일한 설계 방식이며, 운영적인 측면에서 신고리 3,4호기와 동일한 운영을 위한 설계 개선임

□ 기기고장 관련 경보체계 개선 및 설비 개선

- (배경) 루프제어기 이중화 CPU가 모두 고장 발생 시 운전원의 신속한 인지 방법 부재 및 적시 운전조치 어려움으로 인해 경보 로직 및 우선순위 개선 필요
- (이행방안) 이중화 CPU 고장시 관련 경보 로직 및 우선순위 개선
 - CPU 2개 고장시 즉시 제어기 이상 인지할 수 있도록 경보 신설
 - 경보 우선순위 상향을 통한 신속한 경보 식별(우선순위 3 → 2)

구분	개선 전	개선 후
CPU 2개 고장 시	<ul style="list-style-type: none"> · 경보명 : Network Fail · 우선순위 : 3순위 	<ul style="list-style-type: none"> · 경보명 : ESF-CCS (캐비닛 번호) Abnormal (신설) · 우선순위 : 2순위 ※ Network Fail Alarm(현행 유지)

우선순위	색상	형상	정 의
1순위	노란색		- 원자로 트립 또는 발전소 정지 및 방사능 방출 등 신속한 운전의 조치를 필요로 하는 경보
2순위	노란색		- 발전정지를 일으킬 수 있는 운영기술지침서 위배와 관련된 경보 - 정해진 시간 내 미조치시 발전 정지 또는 방사능 누출 가능 경보
3순위	노란색		- 계통 기능저하 등 발전소 운전성에 영향을 미치는 경보. 단, 발전소 정지, 방사능 누출, 기술규격서 위배 등을 야기시키지는 않는 경보

- (추가점검) 안전계통*의 네트워크 Fail 및 공통 고장 경보조건 중, 해당 제어기의 기능상실을 인지할 수 있는 경보가 적절하게 설계되었는지 점검

□ 전체 운영절차서에 대한 적절성 검토

- (배경) 많은 부하기기 동시영향을 주는 ESF-CCS 루프제어기 고장 특성을 감안, 발전소 상태 파악과 조치를 위한 운전절차 체계화
- (이행방안) ESF-CCS 루프제어기 기능상실 대비 T/S 적용 검토 등을 반영한 경보·비정상절차서 개선
 - ESF-CCS 네트워크 Fail 경보절차서 개정
 - (대상) ESF-CCS 채널 A/B/C/D 네트워크 Fail
 - (내용) 고장증상, 조치사항, T/S 적용 검토 등

- ESF-CCS 루프제어기 기능상실 대응 비정상 절차서 개발
 - (대상) ESF-CCS 루프제어기 54개
 - (내용) 루프제어기별 고장증상, 조치 우선순위 등 기술
- (추가점검) 과도상태 대응 절차서 유효성 확인 확대점검 시행
 - 대상: 안전관련 경보절차서(40건: 경보 5,570개), 전체 비정상절차서(89건)
 - 종합, 계통, 정주기 절차서 포함
 - 방법: 전담팀(SRO 소지자 포함)구성 토의, 현장답사, 시뮬레이터 검증 진행

□ 주제어실 운전원 대응 체계 개선

- 발전부장 '작업일정 조정 및 작업중지' 권한 명시
 - 발전부장의 안전성 확보를 위한 작업일정 조정 또는 작업중지 절차 구체적 명시
- 발전부장 의사결정 지원·검토 기능 강화
 - 비정상 발생에 따른 중요* 관계규정 검토 시 반드시 2인 이상 검토, 발전소장과 운영실장 보고 및 발전운영부장 통보
 - * ① T/S, ② 보고대상사건, ③ 방사선비상계획서
 - T/S 적용 등 비정상 발생 시 발전부장과 안전차장의 책임사항 및 보고체계를 표준절차서에 구체적으로 명시
- 시운전기간 운전집중을 위한 지원기능 강화
 - 시운전기간 지원조직 운영 및 중요단계별 사내 전문가 현장 밀착지원
 - 1) 오더관리조/운전지원조를 구성하여 시운전기간 중 지원
 - 2) 초기임계, 계통연결, PAT 중요시험 수행 시 독립적으로 감독 기능과 기술지원을 위해 사내전문가로 구성된 특별지원팀을 발전처 주관으로 운영

☐ 절차서 준수 강화를 위한 운영프로세스 강화 시행

< 절차서 준수 강화를 위한 운영프로세스 연계수행 개요 >

프로세스	① 자체진단	② 관리자관찰	③ 본사 후속점검	④ 운전경험
발전소	• 갭분석, 개선사항 도출 * 절차서 준수 미흡사항에 집중	• 개선활동 유효성 검증 * 종사자 행위 집중 관찰·개선	• 점검 피드백 반영·개선	• 보고서 작성·전파 * 절차서 수행 적절성 검토
주 기	수 시	매 월	• 원전본부 안전감시역: 상시 • 본사: 연간	발생 시

구 분	세 부 내 용	프로세스
① 자체진단 시행	<ul style="list-style-type: none"> (수행주체) 절차서 준수 미흡부서 (수행내용) 해당 부서장 중심으로 절차서 준수 미흡을 유발한 갭 분석 및 개선필요사항 도출·개선 	발전처
② 관리자관찰 수행	<ul style="list-style-type: none"> (수행주체) 해당 발전소에 소속된 간부급 직원으로 선정 (수행내용) 절차서 준수 미흡부서를 대상으로 수행업무에 대한 절차서 수행 수준을 집중관찰(매월 관찰 계획에 반영) 	안전처
③ 본사 후속점검	<ul style="list-style-type: none"> (수행주체) 본사 관련 부서, 원전본부 안전감시역 (수행내용) ①~③ 결과를 바탕으로 발전소 개선활동의 적절성과 유효성을 독립적으로 점검·피드백 	안전처
④ 운전경험보고서 작성 및 전파	<ul style="list-style-type: none"> (수행주체) 절차서 준수 미흡이 확인된 발전소 (수행내용) 기술부사장 주관의 전사 경영회의 시(매주) 해당 발전소가 절차서 준수 미흡에 대한 운전경험사례를 직접 발표 	발전처

- (배경) 절차서 준수 미흡사례 발생 시 해당 종사자와 조직이 주도적으로 이를 분석·전파하고, 개선 할 수 있는 체계적 방안 필요
- (이행 방안) 종사자 행위를 포함한 발전소 Performance 향상 프로세스를 절차서 준수 미흡사례에 효과적으로 적용, 재발방지 방벽으로 활용
- 절차서·규정 준수 미흡사례에 대해서 중요도 등급에 따른 시정조치 수행
 - 미흡사항 확인 시 진단·개선·피드백 활동 의무화

① 자체진단 → ② 관리자관찰 → ③ 본사 후속점검 → ④ 운전경험보고서 작성·전파

구 분	세 부 내 용
적용 대상	<ul style="list-style-type: none"> 운영기술지침서 적용 지연 등 안전에 중요한 인적오류 (예) 위험도 上) 안전 설비의 운전·시험·정비에 관한 절차서 (예) 위험도 上 또는 中) 비안전 설비의 운전·시험·정비에 관한 절차서 (예) 위험도 中 또는 下) 기타 발전소 운영에 관한 행정절차서 (예) 위험도 中 또는 下)
시행 방법	<ul style="list-style-type: none"> 해당(현안 유발) 부서장이 운영개선통지를 발행 발전소 운영개선위원회를 통해 현안의 중요도 등급 분류 중요도 등급에 따른 시정조치 단계적 적용 ※ 반복발생 사례는 등급상향 조정 <ul style="list-style-type: none"> - (1등급) 운영프로세스 ①, ②, ③, ④ 연계 수행 - (2등급) 운영프로세스 ①, ②, ③ 연계 수행 - (3등급) 운영프로세스 ①, ② 연계 수행 업무수행 중 도출된 문제점을 해결하기 위한 한수원 프로세스인 '운영개선프로그램' 적용

□ 재발방지대책에 대한 교육 실시

- (배경) 동일사례 재발방지를 위해 운전원 및 정비원 대상으로 ESF-CCS 루프제어기 캐비닛 기능상실시 운전조치, 작업절차 준수 및 운영절차서 개정사항 등 교육
- (이행방안)
 - ESF-CCS 루프제어기 캐비닛 기능상실시 증상·조치 교육
 - ESF-CCS 네트워크 고장 훈련 시나리오 개발 및 운기침 교육
 - 다수기기를 지원하는 설비 고장 시 운전가능성 결정 절차 교육
 - 안전관련 기기 조작 전 T/S 사전검토 교육
 - 운영절차서 개정사항 및 작업절차 준수 교육

붙임 7

용어 설명

- ESF-CCS(Engineering Safety Feature-Component Control System, 공학적안전설비-기기제어계통)
: 안전기능을 수행하는 기기를 감시 및 제어하는 설비
- 발전소보호계통 : 사고시 원자로정지 신호와 공학적안전설비 작동신호
(안전주입신호 등)를 자동으로 발생시키는 안전계통
- 그룹제어기 : 사고별로 적합한 공학적안전설비 작동신호를 구별하여
발생시키는 제어기
- 루프제어기 : 그룹제어기 신호에 따라 동작이 요구되는 개별 기기들을
작동시키는 제어기
- 현장기기연계모듈 : 루프제어기로부터 온 신호를 각 기기에 전달하는 장치
- 네트워크 Fail 경보 : 통신망의 고장 등을 지시하는 경보
- 운영기술지침서(T/S, Technical Specifications) : 운영허가 첨부서류 중 하나이며
안전운전을 위한 운전제한조건 및 불만족시 조치사항 등이 기재되어 있음
- CPU모듈 : 루프제어기에 설치된 모듈 중 CPU가 설치되어 제어기능을
담당하는 모듈
- 경보절차서 : 기기고장에 따라 발생하는 경보에 대응하기 위한 절차서
- 비정상 절차서 : 정상운전 범위를 벗어나는 경우 적용되는 절차서

〈 담당자 〉

한국원자력안전기술원	
안전평가단장 김 윤 일	(042) 868 - 0017
신한울 1,2 PM 유 영 진	(042) 868 - 0764