

제 217회 원자력 안전메시지

발전소 안전문화 사례 분석-III

 한국수력원자력주



사례 1. 원자로냉각재펌프 정지에 의한 원자로 정지

| 개요

발생 일시

- 2020년 7월 19일(일) 12:05 / 운전현황(원자로 및 발전기 100% 출력)

발생 경위

- 06:52 비안전 4.16kV 대기보조변압기 공급차단기(SW02M) INOP(동작불능) 경보 발생
- 08:45 경보 발생원인 점검[입출력카드(AFS-IO-01) 고장 확인] 및 작업계획서 작성
- 11:30 비안전 4.16kV 대기보조변압기 공급차단기 입출력카드 교체작업 착수
 - 공급차단기 제어용 퓨즈 인출(비정상 신호로 인한 UAT 공급차단기 개방 예방)
 - 카드 교체를 위해 해당 제어루프 전원 Off
- 12:05 입출력카드 오삽입(IO-01 카드 인출 및 IO-11N 카드 삽입)
- 12:05 비안전 13.8kV 모선(SW01M/02M) 저전압 발생 → RCP 2대 정지(01A/02A)
 - 원자로보호신호(저 핵비등이탈율) 발생 → 원자로 정지

사례 1. 원자로냉각재펌프 정지에 의한 원자로 정지

원인 분석

직접 원인

- (카드 오삽입) 다른 모델 입력카드(IO-01 → IO-11N) 삽입
 - (오신호) 비안전 13.8kV SAT 인입차단기 상태신호(개방→투입)
 - SAT 인입차단기는 개방되어 있었으나, 투입상태로 오신호 발생
 - 설계원리: SAT 인입차단기가 투입되면 UAT 인입차단기가 개방되도록 설계
 - (오동작 설비) 차단기 상태신호 입력카드(IO-11N)
 - 비안전 4.16kV SAT 인입차단기 제어루프 입력카드 오삽입시 동일랙에 설치된 13.8kV SAT 인입차단기 상태신호 입력카드에 영향



- 차단기 상태접점 인식 공급전압(48Vdc) 단락에 의한 카드내 비정상적 전류 흐름으로 오신호(0→1) 발생

근본 원인

- (확인 미흡) 교체용 카드의 모델번호 및 물리적 형상 미확인
 - 자재 준비시 보관박스에 표기된 모델번호만 확인하고, 실제 신품카드의 모델번호 및 물리적 형상 일치여부 미확인

사례 1. 원자로냉각재펌프 정지에 의한 원자로 정지

원인 분석

기여 원인

● 작업계획서 작성 미흡

- (확인절차 누락) 교체대상 및 신폼카드의 시리얼번호 기록 절차만 있으며, 모델번호 확인절차 부재
- (인적오류예방기법 적용 미흡) 카드 삽입시 인적오류예방기법 중 ‘동시확인’ 기법이 아닌 ‘독립확인’ 기법으로 오적용

* 동시확인: 자격요건을 갖춘 2명의 직원이 동시에 절차확인 후 작업 수행

** 독립확인: 조작자가 기기배열 수행 후 별도의 직원이 인적오류 유무 확인

● 취약시간대 작업처리 미흡

- (작업시기 부적절) 통지는 우선순위 ‘일반(비긴급)’으로 발행되었으나, 긴급작업 대상기준이 구체적이지 않아 휴일 긴급작업 수행
- (작업여건 미흡) 취약시간대 설비담당 관리자(담당 차장, 부장) 부재중 긴급작업 수행으로 작업계획서 검토 및 작업관리 미흡

● 현장보관자재 관리 미흡

- (자재 식별표식 불일치) 자재박스에 수기로 기록된 모델명과 내부 자재가 상이하였고, 모델번호 식별 꼬리표 미부착
- (드림스 등록관리 미흡) 현장보관자재 관리지침에 따라 드림스에 등록하여 관리하여야 하나, 자체 목록으로 운영

사례 1. 원자로냉각재펌프 정지에 의한 원자로 정지

안전문화 원칙·속성별 취약분야

주요 원인

직접 원인

근본 원인

교체용 카드의 모델번호 및 물리적형상을 확인하지 않고 다른모델 입력카드를 오삽입

기여 원인

작업계획 수립시
카드 모델번호 확인절차를 누락하고
인적오류예방기법을 오적용하는 등
작업계획서 작성이 미흡하고,
관리자 부재중 긴급작업으로
작업계획서 검토 등 작업관리 미흡

내용

자재박스에 표기된 모델번호와
신품카드의 모델번호의 일치여부
및 물리적 형상을
확인하였어야 함

긴급 휴일작업 등 검토 관리자가
부재중 작업수행의 경우
원자력안전을 고려하여
작업시기를 조정하고 작업계획을
재수립하였어야 함

안전문화 원칙·속성

원칙

■ (원칙5) 원자력안전에 관한 의사결정은 체계적이고 엄격해야 한다.

속성

■ (보수적 성향) 모든 종사자는 의사결정 시 원자력안전을 고려하여 보수적이고 신중함을 견지한다.

원칙

■ (원칙10) 원자력안전 유지를 위한 작업활동을 계획하고 관리하는 프로세스를 운영한다.

속성

■ (작업 관리) 원자력안전을 최우선적으로 고려하여 작업계획을 수립하고 시행하는 프로세스를 운영한다.

사례 1. 원자로냉각재펌프 정지에 의한 원자로 정지

안전문화 원칙·속성별 취약분야

주요 원인

내용

안전문화 원칙·속성

기여 원인

자재 식별표기 불일치 등
현장보관자재 관리 미흡

현장 보관자재 목록이
실제 자재목록 일치여부 및
식별 꼬리표 부착여부를
주기적으로
점검하였어야 함

원칙

■ (원칙10) 원자력안전 유지를 위한 작업활동을 계획하고 관리하는 프로세스를 운영한다.

속성

■ (문서화) 문서 작성 및 관리는 완벽하고 정확하며 최신의 상태를 유지한다.

기여 원인

현장 보관자재 목록을
관련 지침에 따라
드림스에 등록하지 않고
자체 목록으로 별도 운영

표준 절차를 준수하여
모든 자재 목록을
드림스에 등록 · 전산화하여
관리하였어야 함

원칙

■ (원칙10) 원자력안전 유지를 위한 작업활동을 계획하고 관리하는 프로세스를 운영한다.

속성

■ (절차 준수) 모든 종사자는 프로세스, 절차 및 작업 지침을 준수한다.

사례 2. 소내보조변압기(UAT) 휴전 작업 중 SAT Trip 발생

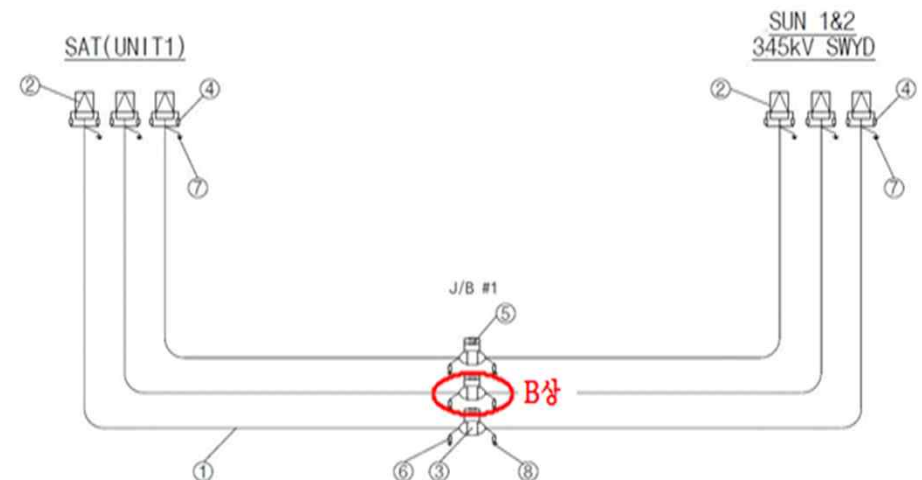
개요

발생 일시

- 2020년 12월 16일(수), 05:16

발생 개요

- 대기보조변압기 전원공급용 CV 케이블 B상 **중간접속함 고장**으로 **지락발생**(CV케이블 보호계전기 동작)
- 345kV SWYD **차단기**(7100, 7172) **트립**으로 대기보조변압기 전원 **상실**
 - * 주변압기 휴전사유: 보호계전기 작업 및 접지개폐기 고장 수리
- 비상디젤발전기를 수동으로 기동하여 안전모선에 전원 공급

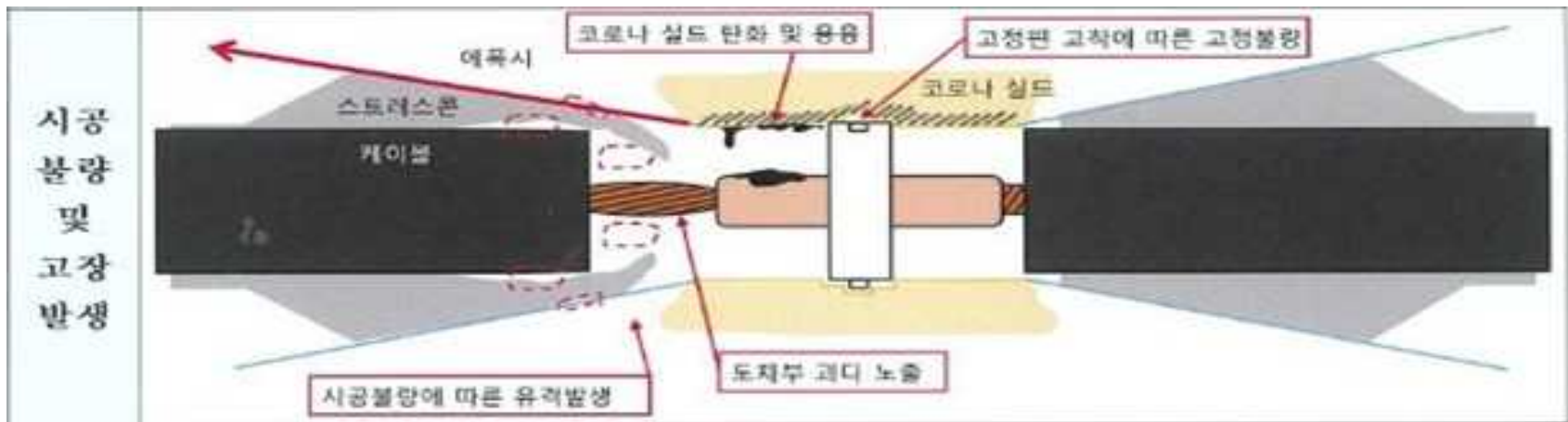


사례 2. 소내보조변압기(UAT) 휴전 작업 중 SAT Trip 발생

원인 분석

직접 원인

- (시공 결함) 변압기측 케이블 과다 탈피 및 조립 불량에 의한 지락 발생
 - 중간접속함 시공시 SAT측 케이블 도체부 과다탈피 후 무리한 조립으로 인해 도체슬리브와 코로나실드가 접촉 불량상태가 유지되어 '과열' 발생
 - 과열로 인해 코로나 용융 · 탄화 발생 → 발생한 연기 · 탄화물이 스트레스콘 ↔ 에폭시유니트 틈새로 유입되어 절연 파괴 → 외함과 접촉에 의한 아크 및 지락 발생



기여 원인

- (진단방법 부재) 고장 징후 진단방법 부재
 - 최초 전원가압('15.3 최초가압, 5년 9개월 운전) 후 육안점검만 수행
 - 육안으로는 중간접속함 내부 고장 징후 및 고장 진행 여부를 인지할 수 없음

사례 2. 소내보조변압기(UAT) 휴전 작업 중 SAT Trip 발생

안전문화 원칙·속성별 취약분야

주요 원인

직접 원인

변압기측 케이블 과다탈피
및 조립불량 등 시공 결함

내용

케이블 과다탈피 등
정상적이지 않은 상태에서는
그에 대한 추가적인 보호조치를
하였어야 한다.

안전문화 원칙·속성

원칙

■ (원칙5) 원자력안전에 관한 의사결정은 체계적이고 엄격해야 한다.

속성

■ (보수적 성향) 모든 종사자는 의사결정 시 원자력안전을 고려하여 보수적이고 신중함을 견지한다.

기여 원인

중간접속함 내부 고장징후
진단방법 부재


정상운전 중
내부점검이 어려운 곳은
계획예방정비 중 내부상태 점검을
별도 수행하였어야 함

원칙

■ (원칙2) 모든 종사자는 자만하지 않고 지속적으로 의문을 제기한다.

속성

■ (자만 방지) 모든 종사자는 발생 가능한 실수, 잠재적인 문제 및 리스크를 인지하고 대비한다.



원자력종사자는
본인의 업무에 대해 책임감을 갖고
잠재적인 문제 및 리스크를 찾아
적절하고 효과적으로 조치해야 합니다.

 **한국수력원자력|주|**