

□ 평가목적

- ◆ 전력계통과 최종열제거원 등의 안전기능이 상실되는 상황에서 원전이 견디는 정도를 확인하고, 하드웨어·절차·운영 측면의 취약분야를 평가·보완하여 원전의 안전성을 증진

※ 일본 후쿠시마원전에서는 극한 자연재해로 인해 전력계통·최종열제거원이 상실되고, 안전계통이 작동되지 않는 상황이 발생하였음

□ 평가항목

- (3-1) 안전기능 유지 및 복구를 위한 설비
- (3-2) 전력상실, 최종열제거원 상실 등의 조건에서 원전의 대응능력
- (3-3) 극한 자연재해에 따른 안전기능 상실을 고려한 원전의 대응능력

□ 항목별 세부지침

- (3-1) 안전기능 유지 및 복구를 위한 설비

- 전력계통 모선별 부하목록을 제시하고, 모선 정전 시의 계통·필수 대처기능·원전에서의 영향을 평가
- 고정설비, 소내 이동형설비 및 소외자원을 모두 고려하여, 필수대처 기능별 해당 기능 유지에 필요한 설비들을 도출
- 도출된 설비의 기능유지에 필요한 보조설비 평가
 - 전력·압축공기 등 구동원, 자동 또는 수동작동에 필요한 계측기 및 해당 계측기의 전력공급원, 자동 또는 수동작동에 필요한 제어기 및 해당 제어기의 전력공급원, 그리고 보조펌프·수원 등 기능유지에 필요한 보조설비평가
- 도출된 설비 및 보조설비들의 물리적 위치(설치된 룸의 위치, 룸 내의 설치 높이)를 확인하여 제시하고, 안전·품질·전기·내진등급(HCLPF 포함)을 제시
 - 극한 자연재해 및 장기 소내정전사고에서의 이용가능성 평가

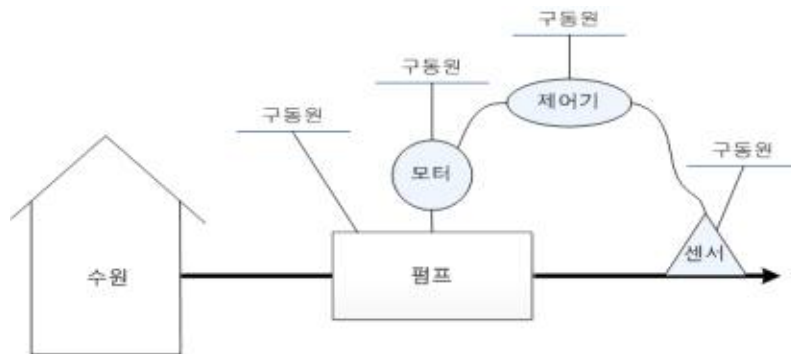
- 소외전원상실 시 대처를 위해 설계된 소내 예비전력공급원 및 설계 시 고려된 내용을 제시
- 최종열제거원 상실 시 대처를 위해 설계된 사항(위치가 다른 취수원, 대체 최종열제거원 등)을 제시
- 기타 원전의 안전에 심각한 영향을 줄 수 있는 사고 시 대처를 위해 설계된 사항을 제시

- 고려사항

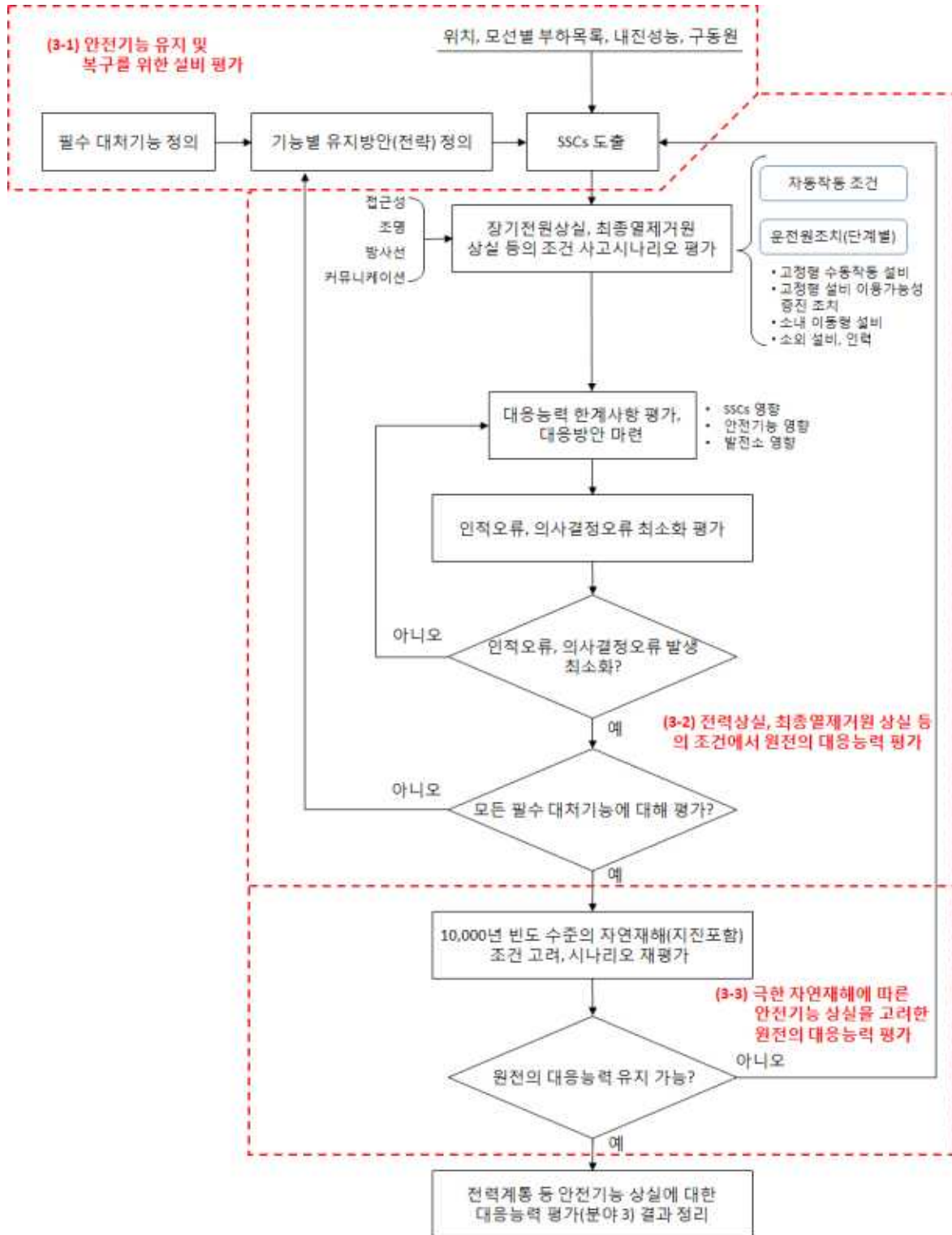
- 필수대처설비로서 직류·교류전원 설비에 대한 기본적인 고려사항
 - 극한 자연재해 상황에서 비상전원 또는 소외전원 복구시점과 최종 교류전원(고정형 또는 이동형)의 가용시점이 불확실할 경우, 최소 8시간 이상의 축전지 전원공급 지속시간 증대를 위한 조치 수립
 - 축전지의 용량증대는 사고대응전략에 요구되는 필수적인 정보와 제어기능을 운전원에게 제공하기 위한 필수 계측, 감시, 조명, 제어 등 관련 부하에 대한 용량 고려
 - 최종 교류전원(고정형 또는 이동형) 설비에 대해서는 극한 자연재해에 의해 다수호기가 동시에 교류전원상실이 발생하는 사고조건을 고려하여 충분한 수량(최소 호기별 1조씩)의 설비와 인력 확보
 - 최종 교류전원은 사고대응전략 이행에 요구되는 임무수행시간 (mission time) 동안 필수대처기기를 고려하여 충분한 용량과 성능을 갖추어야 하며, 연속운전 능력과 성능을 근거로 전원 한계시간 결정
 - 최종 교류전원은 사고대응전략 이행에서 요구되는 기능을 충분히 수행할 수 있도록 설계되고, 규제지침(9.13 발전소 정전사고)의 품질 요건을 만족하도록 제작
 - 최종 교류전원은 설비의 고유기능을 충분히 수행할 수 있도록 극한 자연재해로부터 영향을 받지 않는 장소에 위치
 - 최종 교류전원은 규제지침(9.13 발전소 정전사고)에서 명시된 신뢰도 목표 값과 동등한 수준으로 목표신뢰도(즉, AAC D/G와 동등한 0.95 이상)를 설정하고, 주기적인 정비와 시험을 통해 목표신뢰도를 유지 및 관리
 - 이동형 교류전원 설비가 확보되는 경우, 케이블 접속과 연료연결 및 사용에서 원전의 최소인원으로 가장 손쉬운 방법으로 이용 가능

하도록 설비가 갖추어져야 하며 특히, 소내에서 추가적으로 케이블 연결함이 설치될 경우 절체스위치에 의한 체결 방식으로 조치

- 이동형 교류전원 설비의 사고대응전략 이행에 관한 훈련 및 실증 시험은 각 호기별로 최대 5년을 초과하지 않는 시험주기로 수행
- 필수대처기능은 비상운전절차(EOP)와 중대사고관리지침(SAMG)에서 고려하고 있는 안전관련 기능을 근거로 정의
 - <예> 중수형 원전 EOP에서는 과냉각여유도, 냉각재 재고량, 증기발생기 압력 및 수위, 원자력건물 압력·방사능, 2차 급수계통 방사능, 기기냉각수 계통 방사능 등을 필수안전변수(Critical Safety Parameter; CSP)로 정의하고 있으며, 경수형 원전 EOP에서는 반응도 제어, 필수보조기능 유지, 1차 냉각재계통 재고량 제어, 1차 냉각재계통 압력제어, 노심 열제거, 1차 냉각재 계통 열제거, 격납용기 격리, 격납용기 온도 및 압력제어, 격납용기 가연성 기체 제어를 필수안전기능으로 정의하고 있음
- 전력계통 모선별 상세 부하목록을 작성하고, 모선 정전 시의 원전에 미치는 영향을 평가<그림 3>
- 정의된 필수 대처기능 별로, 기능발휘 또는 유지에 필요한 계통들을 정의 (고정형설비, 소내 이동형설비, 소외자원)하고, 계통의 구동원(전력, 압축공기 등), 자동 또는 수동작동에 필요한 계측기 및 계측기의 구동원, 자동 또는 수동 작동에 필요한 제어기 및 제어기의 전력공급원, 수원 및 보조설비들을 평가



- 정의된 설비·기기들의 물리적 위치(침수영향평가 목적으로 평가시 전력 및 계측설비의 경우, 동시영향 발생가능성을 고려하여 판넬, 부스의 위치까지 평가), 안전·품질·전기·내진등급(HCLPF 포함)을 평가(지진영향평가 목적)
- 소외전원상실 등 전력상실과 최종열제거원 상실 시를 대비한 설계 사항이 있으면 운전조건, 성능 등을 포함하여 관련 절차/지침 등을 평가



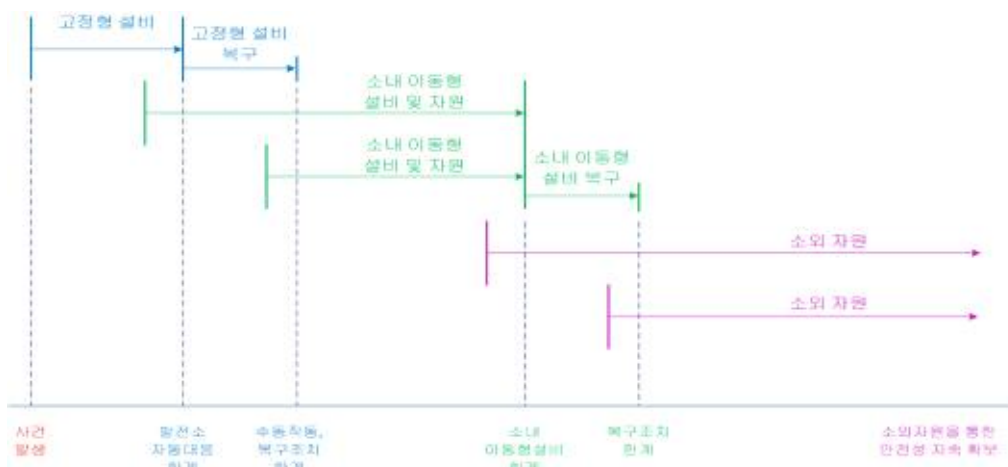
<그림 3> 전력계통 등 안전기능 상실에 대한 대응능력 평가 흐름도

○ (3-2) 전력상실, 최종열제거원 상실 등의 조건에서 원전의 대응능력

- 다음 조건을 각각 고려하여 사고시나리오를 평가하고, 대응능력의 한계사항과 한계사항에 대처할 수 있는 방안을 제시
 - ① 소외전원상실 조건, ② 소내정전 조건(SBO, SBO+SBO대처 교류 전력 상실), ③ 최종열제거원(최종열제거원, 최종열제거원 + 대체 최종열제거원) 상실 조건, ④ 소내정전과 최종열제거원 상실 조건
 - 자동작동조건, 단계별 설비(고정형 설비의 수동작동, 고정형 설비의 이용가능성 증진, 소내 이동형설비, 소외설비)를 이용한 운전원조치를 구분할 수 있도록 사고시나리오를 평가
 - 고정형설비, 소내 이동형설비, 소외설비를 이용하여 필수 안전기능이 유지될 수 있는 방안 제시
- ※ 다양한 설비 활용에 따른 인적오류·의사결정오류 최소화 방안 및 교육훈련 계획이 함께 제시되어야 함

- 고려사항

- 사고시나리오는 2가지 측면에서 평가함. 1) 필수대처기능별로 기능을 유지하기 위한 설비 고장 또는 이용 불가시 이를 대처할 수 있는 설비 또는 방안 평가 2) 사고 진전 상황 평가
- 각 사고시나리오별로 인력 및 장비의 접근성 등을 평가할 수 있을 정도 수준으로 검토
- 또한, 사고시나리오는 자동작동조건 → 수동작동조건 → 이동형설비 활용조건 → 소외자원 활용 조건을 확인할 수 있도록 평가



- 인적오류 · 의사결정 오류 최소화 방안에 대한 평가는 (2-2)항의 (l), (m), (k)를 적용하며, 평가결과는 “(분야 6) 운영기술 능력”에 제시
- 모든 필수 대처기능에 대한 평가가 완료될 때까지 반복하여 평가
- 운전원 및 비상대응조직 구성원의 운영기술 능력 유효성을 확보하기 위한 교육 및 훈련계획의 적절성을 평가하며, 평가결과는 “분야 6) 운영기술 능력”에 제시

○ (3-3) 극한 자연재해에 따른 안전기능 상실을 고려한 원전의 대응능력

- (3-2)항에서 평가된 사고시나리오를 토대로, 지진과 지진해일 등 (1-1)과 (1-2)항에서 정의된 자연재해 조건을 추가로 고려하여 사고시나리오를 재평가
 - 극한자연재해를 동반한 사고에서도 원전의 필수 안전기능을 유지하기 위한 대응능력 확보 방안 제시
 - 동일 부지 내 모든 원전이 극한 자연재해 영향을 동시에 받는다는 가정을 포함하여 평가
- ※ 홍수의 영향이 없는 경우에도 고정형 안전기능 유지설비는 부지 정지고 기준 정수위 3m에도 가용토록 홍수 방호 설비 구축

- 고려사항

- (3-2)항에서 평가된 대응능력이 지진, 홍수 등 (1-1)과 (1-2)항에서 정의된 자연재해의 조건에서도 유지 가능한지를 평가
- 만일 유지 불가능하다면, 이에 대한 대처방안 제시