제206회 원자력안전위원회

의안번호	제 2 호	심의의결사항
의결일자	2025. 1. 9.	
공개여부	공개	

APR1400 원전(신한울 1·2호기, 새울 1·2호기) 사고관리계획서 승인(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 최 원 호
제출일자	2025. 1. 9.

1. 의결주문

ㅇ 새울 1·2호기 원자력발전소(이하 ‘새울 1·2호기’) 및 신한울 1·2호기 원자력발전소(이하 ‘신한울 1·2호기’)의 사고관리계획서 승인(안)을 별지와 같이 의결한다.

2. 제안이유

ㅇ 원자력안전법 제20조 및 부칙 제13389호(2015.6.22.) 제3조에 따라 한국수력원자력이 제출한 새울 1·2호기 및 신한울 1·2호기 사고관리계획서에 대한 한국원자력안전기술원의 심·검사 결과와 원자력안전전문위원회가 해당 심·검사 결과에 대해 사전검토한 결과를 바탕으로 승인 여부를 결정하고자 함

3. 승인 신청 개요 및 경과

가. 승인 신청 개요

ㅇ 신청자 : 한수원

ㅇ 대상 원전 (4개 호기)

- 새울 1·2호기
- 신한울 1·2호기

ㅇ 대상 서류 : 원자력안전법 제20조제2항에 따른 사고관리계획서

나. 주요 경과

○ ’19.6.21. : 한수원 원전 사고관리계획서* 제출

<*사고관리계획서 제출 원전>

○ (APR1400) 새울 1,2호기, 신한울 1,2호기
○ (OPR1000) 한빛 3,4,5,6호기, 한울 3,4,5,6호기, 신고리 1,2호기, 신월성 1,2호기
○ (기타 원전) 고리 2,3,4호기, 한빛 1,2호기, 월성 2,3,4호기, 한울 1,2호기
○ (영구정지 원전) 고리 1호기, 월성 1호기

○ ’20.2월* ~ ’24.8월 : KINS 안전심사 수행

* KINS의 서류적합성 검토결과 통보(’19.12)에 따라 한수원이 개정본을 제출(’20.2.)

○ ’23.11월 ~ ’24.9월 : KINS 심사결과에 대한 전문위 사전검토(5회)

○ ’24.10.18. : 제203회 원안위 보고(“사고관리계획서 심의 관련 보고”)

○ ’24.11월 ~ 12월 : APR-1400 사고관리계획서 승인(안) 원안위 심의(2회)

4. 검토사항

가.【별 지】 사고관리계획서 승인 주요 내용

나.【붙임1】 KINS 심사 결과 요약

※ 별첨1 : 새울 1·2, 신한울 1·2 사고관리계획서 심사보고서

다.【붙임2】 전문위 사전검토 결과 요약

※ 별첨2 : 사고관리계획서 심사결과에 대한 검토결과

별지 **사고관리계획서 승인 주요 내용**

1. 대상 원전

○ 새울 1·2호기

○ 신한울 1·2호기

2. 승인 사항

○ 한국수력원자력이 원자력안전법 제20조 및 부칙 제13389호(2015.6.22.) 제3조에 따라 제출한 새울 1·2호기 및 신한울 1·2호기 사고관리계획서*

* 안전성 심사결과를 반영하여 한국수력원자력 규제(전략)-10388(2024.12.16.), 규제(전략)-10389(2024.12.16.)로 제출한 문서

○ 승인된 사고관리계획서는 원자력안전법 제20조제2항에 따라 운영허가의 첨부서류로 원안위에 제출된 사고관리계획서로 봄

붙임 1 **KINS 주요 심사 결과 요약**

1. 사고관리계획서 심사 개요

가. 사고관리계획서 심사 개요

○ 개정 원자력안전법(이하 '원안법') 부칙*에 따라 사업자는 운영 중 또는 운영허가 심사 중 원전 28기**에 대한 사고관리계획서 제출('19.6월)

* 부칙 제13389호('15.6.22.)

** 고리 1-4, 신고리 1,2, 새울 1,2, 월성 1-4, 신월성 1,2, 한빛 1-6, 한울 1-6, 신한울 1,2

○ **APR1400 원전**(새울 1,2호기, 신한울 1,2호기) **사고관리계획서가** 원안법 제21조제1항제6호*에 따라 **『원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙』(이하 '원자로규칙')이 정하는 기준**(붙임)**에 적합**한지 확인

* 제20조제2항에 따른 사고관리계획서의 내용이 원자로규칙으로 정하는 기준에 적합할 것

나. 주요 심사 경위

❑ '19.6.21. (한수원) 전 원전 사고관리계획서 제출

❑ '19.6월~12월 (KINS) 서류적합성 검토

❑ '19.12.30. (원안위) 서류적합성 검토결과 및 심사계획 통보

❑ '20.2월 (KINS) 사고관리계획서 개정본 접수

○ '20.2월~'24.8월 사고관리계획서 안전심사 수행

❑ '23.7월 (KINS) 제180회 원자력안전위원회 현황 보고

다. 원자력안전전문위원회 보고 현황

❑ '23.11월~'24.9월 원자력안전전문위원회 보고 (심사결과, 총 5회)

○ '24.3월~'24.8월 실무검토위원회 운영 (중대사고 완화 및 위험도 평가)

2. 주요 심사결과

가. 사고관리의 범위

❑ **사고관리 범위**가 **설계기준사고*, 다중고장, 설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해, 중대사고 등을 포함**하여 **기재**되어 있으며,

* 설계기준사고는 최종안전성분석보고서에 대한 운영허가 심사를 통해 旣 확인

○ 다중고장(평가고시* 제3조 및 별표1), 설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 자연재해** 및 인위적재해(평가고시 제4조, 지진·지진해일·강우·강풍 및 의도적 항공기 충돌), 중대사고 후 격납건물 위협요인(평가고시 제5조 및 별표2)이 모두 포함되어 있음을 확인

* 「사고관리 범위 및 사고관리능력 평가의 세부기준에 관한 규정」(원안위고시 제2017-34호)

** 내진성능평가 결과, 안전관련 설비는 0.3 g를 초과하는 0.35 g 지진동에도 성능을 확보 함을 확인

◈ 사고관리의 범위가 원자로규칙 제85조의19에 따른 사고의 범위를 모두 포함하고 있음을 확인

나. 사고관리에 관한 설비

❑ 사고관리 설비가 중대사고 예방을 위한 고정형 설비, 중대사고 완화를 위한 고정형 설비, 중대사고 예방·완화를 위한 이동형 설비 등으로 구분하여 기재되어 있으며,

○ **사고관리 설비 목록**은 **사고관리 전략에 포함된 설비를 모두 포함**하며, 사고관리 설비가 **기기생존성 평가를 통해 사고 조건에서 요구되는 기능을 수행**할 수 있음을 확인

◈ **사고관리에 관한 설비**가 원자로규칙 제85조의20 제1항에 따라 **요구되는 기능을 수행**할 수 있음을 확인

※ 사고관리 설비의 시험 및 유지보수의 적합성은 사고관리 이행체계에 포함되어 검토

다. 사고관리전략 및 이행체계

❑ **(사고관리 전략)** 사고관리 대상 사고에 대해 **사고관리 목표 선정**부터 **전략 구현**(절차서, 지침서)까지 **연계하여 전략을 수립**

○ **사고관리 목표**는 원자로규칙 제85조의22에 따라 **중대사고 예방 및 완화를 위해 설정**되었으며, 목표 달성을 위한 **필수안전기능이** 원자로규칙 제85조의21 제1항제1호에 따라 **도출**

사고관리 대상	사고관리 목표	필수안전기능
설계기준사고, 다중고장	**핵연료의 현저한 손상방지** - 원자로냉각재압력경계 확보를 통한 노심 냉각기능 유지 - 사용후핵연료저장조 핵연료냉각기능 유지 - 피복재 최고온도 1,204 ℃ 이하 또는 원자로 수위 여유도 61 cm (2 ft) 유지	반응도 제어 원자로냉각재계통(RCS) 재고량 제어 RCS 압력 제어 노심 열제거 RCS 열제거 격납건물 격리 격납건물 온도 및 압력 제어 격납건물 가연성 기체 제어 사용후핵연료저장조 핵연료 열제거
설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해	**필수안전기능 유지 및 복구**	핵연료 냉각 기능 (노심 및 사용후핵연료저장조) 격납건물 방호벽 기능
중대사고	**격납건물 방호벽기능 유지** - 원자로격납건물 압력 허용기준 이내	격납건물 수소제어기능 격납건물 감압·냉각기능 RCS 감압기능 및 냉각수 주입기능 SG 및 원자로공동 냉각수 주입기능 핵분열생성물 방출 제어기능

○ 사고관리 대상별 필수안전기능 수행을 위한 **사고관리 전략이 적합하게 개발**되었으며, 각 절차서·지침서의 기술적 근거 및 작성방법, 유지관리계획이 사고관리계획서 제5장부터 제7장에 제시되었음을 확인

- **(다중고장)** 비정상절차서 및 비상운전절차서를 이용하는 전략으로 구분하여 기존 또는 신규 절차서에 반영

- **(설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해) 극한자연재해 대응** 기본전략인 **MACST* 전략**과 **항공기 충돌 대응 전략**으로 구분하여 비정상절차서 및 **극한재해완화지침서**에 반영

* Multi-barrier Accident Coping STrategy, 다중방어사고대응전략

- **(중대사고)** 중대사고 발생(노심출구온도 649 ℃ [1,200 °F] 이상) 시 주제어실에서 수행하는 **중대사고 초기대응 전략과 중대사고 완화 전략으로 구분**하여 중대사고관리지침서에 반영

❑ **(사고관리 이행체계)** 방사선비상 발령 후 **초기 사고대응 조직**(비상운전반)에서 **정규 비상조직**(비상대책본부 등)까지 조직구성, 책임·권한 부여, 지휘·통제체계 수립 등 이행체계**(다수기 포함)가 적합함을** 확인

○ 인간공학 프로그램을 적용한 기능요건 분석·할당, 직무분석 등을 통해 **사고관리 조직·인력이 사고관리 이행에 적합하도록 구성**

○ 사고관리 절차서(또는 지침서)의 **유효성을 주기적으로 검토**하며, **사고관리 설비의 유지관리를 위한 시험·검사**가 정·주기시험 관리, 정비관리, 정비작업 처리관리 등을 **표준절차에 따라 이행**

◈ **사고관리 전략**은 원자로규칙 제85조의21 제1항에 따른 사고관리를 위한 **필수안전기능** 정의, **인적요소를 고려한 제반 조치사항, 전략 이행을 위한 절차서·지침서의 작성·유지관리계획** 및 관련 기술배경을 포함하고 있음을 확인

◈ 사고관리 이행체계는 원자로규칙 제85조의21 제2항에 따른 **사고관리에 필요한 조직·인력, 책임·권한 및 지휘·통제체계를 확보**하였으며, 원자로규칙 제85조의20 제2항에 따른 **설비의 기능 보장을 위한 유지관리 절차**를 **구비**하였음을 확인

라. 사고관리능력의 평가

❑ **(중대사고 예방) 다중고장, 설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 자연재해 및 인위적 재해 시** 대처설비, 운전원 조치 등을 통해 **중대사고를 예방**할 수 있음을 확인

○ **(다중고장)** 핵연료의 손상 여부를 평가하기 위한 **사고관리 목표**를 **핵연료냉각 기능 유지** 또는 **피복재 최고온도 1,204 ℃* 이하**로 선정하였으며, 사고로 인해 **핵연료의 현저한 손상이 발생하지 않음**을 확인

* 원안위고시 제2017-23호 (가압경수로의 비상노심냉각계통의 성능에 관한 기준) 제3조제1호

- **(정지불능예상운전과도)** 다양성보호계통을 포함하여 평가한 결과, 과도 발생 시 **원자로냉각재계통 최대 압력**(2,551.3 psig [17.59 MPa])이 KEPIC MN C급 **운전한계**(3,200 psig [22.06 MPa]) **이내**로서 원자로**냉각재압력 경계를 유지**하여 **핵연료 냉각기능 확보**를 확인

- **(발전소교류전원 완전상실사고) 대체교류전원 디젤발전기**를 통해 안전모선에 전원을 공급(10분 이내*)하여 **공학적안전설비의 기능을 확보**하여 노심 열제거 기능을 유지할 수 있음을 확인

* Reg. Guide 1.155 (Station Blackout), 규제입장 제3.2.5절

- **(증기발생기 전열관 다중파단사고)** 전열관 5개 파단을 가정하여 평가한 결과, **노심 열제거를 위한 운전원 조치***를 통해 정지냉각계통 진입 조건(177 ℃, 450 psia [3.10 MPa])에 도달하여 **핵연료의 현저한 손상을 방지**할 수 있음을 확인

* 비상운전지침서-05 (증기발생기 전열관파열)에 따라 손상된 증기발생기 격리 등 수행

- **(급수완전상실)** 운전원 조치*를 통해 **원자로냉각재계통 감압 및 비상노심냉각계통에 의한 충전유출운전**** 수행으로 **핵연료의 현저한 손상을 방지**할 수 있음을 확인

* 비상운전지침서-07 (급수완전상실)에 따라 원자로냉각재펌프 정지 등 수행

** 노심 붕괴열 제거를 위해 원자로냉각재계통 감압·방출 및 주입을 동시 수행하는 운전

- **(계통간 냉각재상실사고) 원자로냉각재계통**(RCS)에서 **격납건물 경계 외부**로의 연결부속계통 배관의 **과압 완화**를 위한 **설계 보강** 및 **과압 예방을 위한 기능***을 추가 확보하여 사고 발생을 방지할 수 있음을 확인

* 연결부속계통의 과압상태 주제어실 지시, 경보 및 절차, 격리밸브 누설시험 등

- **(정지냉각기능 상실사고)** 부분충수운전* 중 **정지냉각기능 상실을 가정해 평가**한 결과, 사고 후 **핵연료 노출 및 손상까지 충분한 조치 시간****을 **확보**하여 **핵연료의 현저한 손상을 방지**할 수 있음을 확인

* 원자로냉각재 수위를 고온관 중간수위까지 배수하고 이행하는 냉각운전
** 분석을 통해 핵연료 노출까지 약 5,600초 소요

- **(최종열제거원 상실사고)** 사고 후 증기발생기 급수 및 증기방출을 통한 노심 열제거 유지, **대체급수원* 확보**를 통해 **발전소 고온정지 상태를 유지**하여 핵연료의 현저한 손상을 방지할 수 있음을 확인

* 보조급수저장탱크, 복수저장탱크, 탈염수저장탱크, 원수저장탱크 등

- **(소형냉각재상실사고와 동시에 발생하는 안전주입 상실)** 원자로압력용기 덮개 노즐 등 다양한 파단을 고려하여 평가한 결과, **운전원 조치***를 통해 **핵연료의 현저한 손상이 방지**됨을 확인

* 비상운전지침서-04(냉각재상실사고) 및 비상운전지침서-10(기능회복지침서)에 따른 원자로냉각재펌프 정지, 주증기대기방출밸브 수동개방, 정지냉각계통 운전 등

- **(사용후핵연료저장조 냉각기능 상실사고)** 저장조* 수위(정상 최저수위 약 EL 46.9 m)에서 **사용후핵연료저장대 상부 노출수위**(약 EL 39.5 m) **도달까지 약 34.3시간이 소요**되어, 운전원 조치를 위한 충분한 시간 확보를 통해 핵연료의 현저한 손상을 방지할 수 있음을 확인

* 저장조 바닥면은 발전소지표면(부지정지표고)으로부터 약 34.9m 높이에 위치

○ **(설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해)** 외부재해 특성을 고려하여 전략(이동형 설비 포함)을 수립하였고, 이를 통해 **핵연료 냉각**(원자로 및 사용후핵연료저장조) 및 **격납건물 방호벽기능이 복구·유지**될 수 있음을 확인

❑ **(중대사고 완화)** 노내·외 중대사고 현상 및 격납건물 내 열수력 거동을 대표할 수 있는 **사고경위*를 평가대상으로 선정**하였고, 중대사고 시 발생 가능한 **격납건물 위협요인에 대해 방호벽 기능을 유지**할 수 있음을 확인

* 결정론적 사고경위 5건, 확률론적 사고경위 3건 등 총 8건의 노심손상 사고경위

○ **(가연성기체 연소 또는 폭발)** 가연성기체에 대해 평가한 결과, ①격납건물 내 **평균 수소농도가 10% 미만**이고, ②화염가속 및 연소폭발천이가 발생하지 않으며, ③수소 연소로 인한 **압력상승에도 격납건물 방호벽 기능을 유지**할 수 있음을 확인

○ **(격납건물 고온 또는 과압)** 사고 시 분석을 통해 평가된 **격납건물 최대압력**(88 psia [0.60 MPa])이 **허용기준**(123.7 psia [0.85 MPa]) **이하**이므로 격납건물의 방호벽 기능을 유지할 수 있음을 확인

○ **(노심용융물과 콘크리트 반응)** 노심용융물과 콘크리트 반응이 발생하더라도 **원자로공동 하부 콘크리트 침식 깊이가 최대 0.183 m**로서 격납건물 바닥 라이너 상부에 타설된 **콘크리트 두께(약 1.20 m)보다 작으므로** 격납건물 방호벽 기능을 유지할 수 있음을 확인

○ **(노심용융물 고압분출 및 격납건물 직접가열)** 파일럿구동안전방출 밸브를 통해 **원자로냉각재계통 압력을 2,500 psia** (17.25 MPa)에서 250 psia (1.72 MPa)**이하로 감압**시켜 **노심용융물의 고압분출 및 격납건물 직접가열 현상을 방지**할 수 있음을 확인

○ **(노심용융물과 냉각수 반응) 노내·외 증기폭발로 인한 최대폭발압력 및 최대충격량**에서도 **원자로용기**(노내)**와 격납건물**(노외) **구조건전성이 유지**되며, 증기급증으로 인한 격납건물 압력이 상승하더라도 격납건물 방호벽 기능을 유지할 수 있음을 확인

○ **(증기발생기 전열관 크리프 파손 등 격납건물 격리경계 우회)** 원자로 냉각재계통이 고압으로 유지되는 사고경위에 대해 급속감압 및 냉각수 외부주입을 통해 **증기발생기 크리프 파손 등 격납건물 격리경계 우회 사고를 방지**할 수 있음을 확인

❑ **(사고영향의 평가)** 사고별 방사성물질 방출량, 방출경로 등을 고려하여 평가하였고 **제한구역경계 및 저인구지대 외곽경계에서 결정론적으로 평가**한 최대 **피폭선량이 허용기준(유효선량 250 mSv) 이하**임을 확인

○ **제한구역경계**에서 **최대 선량(2시간)은 66.5 mSv(새울 1,2) 및 84.5 mSv (신한울 1,2)**이며, **저인구지대 외곽경계**에서 **최대 선량(사고 전기간)은 230.0 mSv(새울 1,2) 및 225.0 mSv(신한울 1,2)**로 평가

❑ **(위험도 평가)** 확률론적 안전성평가(PSA)의 기술적 적합성, 상세성 및 분석범위가 **사고로 인한 위험도를 종합적으로 평가**하기에 **적합**하고, **PSA에 적용하여야 할 리스크 목표치를 달성**하였음을 확인

○ 전출력 1·2단계 내·외부사건, 정지·저출력 1단계 내·외부사건, 전출력 3단계 내·외부사건(새울 1,2 및 신한울 1,2), 정지저출력 2단계 내부사건(신한울 1,2)에 대한 평가 결과*를 제출하였음을 확인

* 새울 1·2호기, 신한울 1·2호기 운영허가시 제출했던 범위와 동일

○ 국제적으로 **검증된 방법론에 따라 PSA를 수행**하였고, 가동원전의 최근 25년간('93년~'17년) 운전경험 등 **최신 자료를 사용**하였음을 확인

○ 부지의 고유특성, 설계내용, 운전정보, 운전경험 등이 평가목적에 적합한 수준으로 PSA 모델에 상세히 반영되었음을 확인

○ 위험도 평가 결과, 새울 1,2호기 및 신한울 1,2호기는 성능목표를 만족하며, **Cs-137 100 TBq 초과방출 빈도의 합**이 **각각 2.41E-07/년 및 5.56E-07/년로서 목표값인 1.0E-06/년 이내**임을 확인

○ PSA 결과를 바탕으로 **중대사고 예방 및 완화 능력을 향상**시키기 위한 **활용 방안이 제시***되었음을 확인

* 새울 1,2호기 및 신한울 1,2호기 운영허가 PSA 결과로 '발전소 정전사고'가 주요 초기사건으로 도출되어 '1 MW 이동형발전차 선배치' 및 '저압이동형펌프차를 이용한 외부주입'이 활용방안으로 제시되고, PSA 보고서에 반영

◈ 사고관리 설비, 전략 및 이행체계 등을 포함한 사고관리능력의 평가 결과가 원자로규칙 제85조의22에 따른 목표를 달성함을 확인

라. 사고관리 교육훈련

❑ **사고관리계획서 승인 후** 극한재해완화지침서 등의 **최초 교육**이 **6개월 이내 수행**될 예정이며, **교육 대상을** 주제어실 운전원, 현장운전원, 방사선비상요원으로 구분하여 **책임·권한에 상응**하도록 **교육 내용에 적절한 차이**를 두고 있음을 확인

❑ **최초 훈련**은 **사고관리계획서 승인 후 1년 이내**에, **이후**에는 **2년 주기**(호기별)로 **사고관리 전략·이행체계 유효성을 확인**하기 위한 **훈련 실시 예정**임을 확인

◈ 사고관리 교육 및 훈련계획이 원자로규칙 제85조의23에 따라 사고관리 유효성을 유지할 수 있도록 수립되었음을 확인

3. 심사결과 종합

❑ APR1400 원전(새울 1·2호기, 신한울 1·2호기) 사고관리계획서에 대한 **심사결과**, 「원자력안전법」 제21조제1항제6호의 **허가기준을 만족**

○ 사고관리의 대상이 되는 **사고의 범위**가 원자로규칙 제85조의19에 따른 **범위를 모두 포함**하고 있음을 확인

○ 사고관리에 관한 **설비**가 원자로규칙 제85조의20 제1항에 따라 **요구되는 기능을 수행**할 수 있음을 확인

○ **사고관리 전략 및 이행체계**는 원자로규칙 제85조의21 및 제85조의20 제2항의 **기준을 만족**함을 확인

○ 사고관리 설비, 전략 및 이행체계 등을 포함한 **사고관리능력의 평가결과**가 원자로규칙 제85조의22에 따른 **목표를 달성**함을 확인

○ **사고관리 교육 및 훈련계획**이 원자로규칙 제85조의23에 따라 **사고관리 유효성을 유지**할 수 있도록 수립되었음을 확인

참고 사고관리계획서 허가기준 요약

□ 사고관리의 범위(제85조의19)

○ 원안위고시 제2017-34호*에서 정한 사고를 사고관리 대상으로 모두 포함

* 사고관리 범위 및 사고관리능력 평가의 세부기준에 관한 규정

사고관리의 범위 세부기준 요약 (원안위고시 제2017-34호)

▸ **(다중고장)** ①정지불능예상운전과도, ②발전소 교류전원 완전상실사고, ③증기발생기 전열관 다중파단사고, ④급수완전상실사고, ⑤계통간 냉각재상실사고, ⑥정지냉각기능 상실사고, ⑦최종열제거원 상실사고, ⑧소형냉각재상실사고와 동시에 발생하는 안전주입 또는 재순환 상실사고, ⑨사용후핵연료저장조 냉각기능 상실사고 등 **필수적으로 고려하여야 할 사고** 및 **추가적으로 고려하여야 하는 사고**

▸ **(설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 자연재해 및 인위적재해) 자연재해** (지질 및 지진, 기상, 수문 및 해양 현상 등) 및 **의도적인 항공기 충돌**과 이로 인한 **복합재해**

▸ **(중대사고 후 발생하는 위협요인)** ①가연성기체 연소 또는 폭발, ②원자로격납건물 고온 또는 과압, ③노심용융물과 콘크리트의 반응, ④노심용융물의 고압 분출, ⑤원자로격납건물 직접가열, ⑥노심용융물과 냉각수의 반응, ⑦증기발생기 전열관 크리프 파손 등 원자로격납건물 격리경계 우회 등 **필수적으로 고려하여야 할 위협요인** 및 **추가적으로 고려하여야 하는 위협요인**

□ 사고관리에 관한 설비(제85조의20)

○ 사고 조건에서 사고관리 설비가 사고관리를 위한 기능을 수행 가능

○ 사고관리 기능의 수행을 보장하기 위한 시험·감시·검사 및 보수가 가능

□ 사고관리전략 및 이행체계(제85조의21)

○ **(사고관리전략)** 사고관리에 필요한 필수안전기능을 정의하고, 제반 조치사항(인적요소 포함), 사고관리 전략의 기술적 근거, 절차서·지침서 등의 작성방법 및 유지관리 계획을 포함

○ **(사고관리 이행체계)** 사고관리에 필요한 조직·인력 확보, 책임·권한 부여, 지휘·통제 체계 수립, 설비의 정상 작동에 대한 감시·조치 등, 사고관리 전략의 기능적 통합에 관한 사항을 포함(다수기 고려)

□ **사고관리능력의 평가**(제85조의22)

○ 사고로 인한 방사성물질의 대량 방출을 방지하고, 원전 운영으로 인한 인근 주민의 건강과 환경에 미치는 위험도를 낮출 수 있는지 평가

사고관리능력 평가의 세부기준 요약 (원안위고시 제2017-34호)

▸ **(중대사고 예방능력)** 다중고장에 의한 사고로 인한 핵연료의 현저한 손상 방지, 설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해 시 핵연료 냉각기능 및 격납건물 방호벽 기능 복구·유지

▸ **(중대사고 완화능력)** 현저한 노심 손상 후 위협요인으로 인한 격납건물 방호벽 기능 유지

▸ **(사고영향의 평가)** 사고 시 피폭선량이 원자로규칙 제5조제2항 수준으로 관리

▸ **(위험도 평가)** Cs-137 방출량 100TBq 초과 사고 발생 빈도의 합이 1.0×10^{-6}/년 미만, 사고로 인한 초기사망·암사망 위험도가 각 전체 위험도 0.1% 이하(또는 성능목표 만족)

□ **사고관리 교육훈련**(제85조의23)

○ 사고관리 조직 구성원에 대하여 책임·권한에 상응하는 교육을 주기적으로 실시하고, 사고관리 전략 및 이행체계의 유효성 확인을 위한 훈련이 2년 이내 주기로 실시

붙임 2 **전문위 사전검토 결과 요약**

1. 검토경위

◇ **APR1400 원전 사고관리계획서**에 대한 원자력안전위원회 심의에 앞서 질의응답, 현장조사, 자료검토 등을 통해 **KINS 심사의 적절성**을 **확인**

□ 2023년 11월 3일 제98회 원자력안전전문위원회(이하 '전문위')에서 **KINS 심사현황 1차 보고**를 **시작**으로 **총 5회**('23.11월~'24.9월) 회의 실시

○ **총 88건**의 **질의·답변 및 논의**를 통해 APR1400원전(새울 1,2호기, 신한울 1,2호기) 사고관리계획서가 허가기준에 부합하는지, 심사결과는 적절한지 등을 확인

전문위 개최	주요 검토 사항
① 제98회 전문위 ('23.11.03)	○ 사고관리계획서 개요, 주요내용, 노형별 사고관리계획서의 차이 등
② 제99회 전문위 ('23.12.22)	○ 사고관리 교육·훈련계획, 추가적으로 고려해야 할 사고 평가 등
③ 제101회 전문위 ('24.2.16)	○ 사고관리전략 및 이행체계 적절성, 통합보관고, 이동형설비 등
④ 제102회 전문위 ('24.3.22)	○ 사고관리에 따른 PSA 평가범위, Cs-137 요건 설정 근거
⑤ 제108회 전문위 ('24.9.20)	○ 심사 결과 종합 검토 및 전문위 검토보고서 채택

□ 규제 입법 이후 **처음 안전성 심사가 진행**되어 **후속 사고관리계획서 검토의 기준선**으로 **적용**될 수 있는 점을 고려하여

○ 새울 원전에 대한 **현장 조사**를 통해 **사고관리전략 및 설비의 유효성**을 면밀히 **점검**하였고

○ **사고관리능력 평가**의 **주요 항목***에 대한 심사결과를 **실무검토위원회**(이하 '실무검토위')**를 구성**하여 **적절성**을 심층 **검토**

* 위험도 평가(확률론적안전성평가) 및 중대사고 완화능력 평가

□ **제108회 전문위**('24.9.20)에서 그간 논의한 **안전성 확인사항**과 실무검토위 **확인사항**을 **정리**한 **사전검토보고서**를 **채택**

2. 주요 검토 내용

1 사고관리 범위 및 설비

○ **(사고관리 범위)** 허가 기준*이 규정한 **다중고장사고, 설계기준으로 고려한 외적요인 초과 자연재해 및 인위적 재해, 중대사고 후 격납건물 위협요인** 등을 **모두 포함**

* 사고관리 범위 및 사고관리능력 평가의 세부기준에 관한 규정 (원안위 고시 2017-34호)

- 발생 가능성 및 영향을 평가하여 **추가적으로 고려해야 하는 사고**도 **확률론적 안전성평가(PSA)**를 통해 **적절히 확인**

○ **(사고관리 설비)** 사고관리 전략 수행에 요구되는 **설비가 적절히 확보**되었으며 시험·검사·보수 등의 **유지관리 계획**이 적절히 **수립**되었음을 확인

- 현장점검 시 통합보관고 상부에 설치된 **환기덕트**(비내진설계)의 지진 발생 시 **파손 가능성을 확인**하고 검토 요청*

* 한수원은 보완방안을 수립하였으며 KINS는 이에 대한 적절성을 확인

2 사고관리 전략 및 이행체계

○ **(사고관리전략)** 필수 안전기능을 위한 **사고관리 전략**이 비상운전절차서, 극한재해완화지침서, 중대사고관리지침서 등으로 **적절히 구현**

※ 사고관리 대상 사고 ⇨ 목표 도출 ⇨ 필수안전기능 선정 ⇨ 전략 개발 ⇨ 전략 수립(절차/지침)

○ **(사고관리이행체계)** 사고관리 전략의 수행을 위해 필요한 **조직 및 인력이 확보**되고, 비상대응 조직간의 **책임 및 권한 및 의사소통체계** 등 **지휘통제체계가 적절히 구축됨**을 확인

- **다수기 동시 사고의 대응**을 위한 이동형 설비·인력의 배치의 의사결정 등 **부지 단위의 지휘통제체계**도 **구축**됨을 **확인**

3 사고관리능력 평가

ㅇ **(중대사고 예방) 다중고장사고 발생시** 전용 대처설비 및 운전원 조치 등의 대응전략을 수행하여 **중대사고 예방이 가능**하며

- **설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해** 발생 시에도 **필수안전 기능의 복구 유지**가 가능하다는 **평가결과가 유효**함을 확인

ㅇ **(중대사고 완화)** 중대사고시 예상되는 격납건물 위협요인에 대한 **심사 결과의 유효성**을 **실무검토위를 구성**하여 **심층 확인**

- 실무검토위는 ①선정된 **사고경위가 적합**하고, ②분석가정 및 모델, 전산코드가 타당하며, ③중대사고 시 **원자로격납건물이 건전성**을 **유지**할 수 있다는 **KINS 심사결과가 적합함**을 **확인**

ㅇ **(기기생존성평가)** 사고관리설비가 중대사고 환경조건에서 기능을 적절히 수행함을 확인하기 위한 **기기생존성평가*가 적절히 수행**되었음을 확인

* 평가대상설비 선정, 사고환경조건 도출, 기능 요구시간 선정 등

ㅇ **(사고영향 평가)** 다중고장사고 등 평가 대상사고* 발생시 제한구역경계 등에서 **방사선 피폭선량**이 **250 mSv 이내로 관리**될 수 있음을 확인

* 다중고장사고, 설계기준으로 고려한 외적요인을 초과한 외부재해, 중대사고 완화 능력평가 대상사고 경위 등

○ **(위험도 평가)** 실무검토위를 통해 분석범위, 분석모델 및 가정사항, 입력자료 타당성 등을 검토하여 PSA 평가가 **사고로 인한 위험도를 종합적**으로 **평가**하기에 적합함을 확인

4 교육 · 훈련

○ 비상대응 조직별 교육 내용 및 실시 주기, 방법의 적절성 등을 확인하여 **사고관리 교육계획**이 **적절히 수립**되었음을 확인

- **사고관리 전략 및 이행체계의 유효성**을 **확인**할 수 있도록 사고관리 **훈련계획이 적절히 수립***되었음을 확인

* 최초훈련은 사고관리계획서 승인이후 1년 이내, 이후 2년 주기(호기별)로 실시

5 권고사항

전문위는 사고관리계획서 검토 과정에서 안전성 증진 등을 위한 다음 사항을 중장기적으로 검토할 것을 권고

① 극한의 혹한에서 사고가 발생한 경우 재해대응센터 인력 등 **사고관리 인력**이 충분한 시간 동안 **외부에서 작업**할 수 있는 **보온·방한 대책** 등의 **수립**

② 중대사고 발생시 격납건물 위협요인 중 **노심용융물과 콘크리트 반응에 관한 KINS 심사지침***의 **개정 필요성**을 US-NRC의 규제 사례**를 참고하여 **검토**

* 원자로격납건물 라이너플레이트(CLP)가 손상되지 않아야 함

** CLP가 손상되더라도 CLP 하부의 기초콘크리트가 건전하면 핵분열생성물의 외부 방출 방지가 가능

③ 지진 자료의 부족 등 내재적 한계로 인해 **불확실도가 큰 지진동 영역**이 포함된 **지진재해도 평가**로 인해 **지진 PSA 결과의 신뢰도**에 영향을 미치게 되므로

- 중대사고 예방 및 완화 능력 적합 여부 판단시 **지진 PSA 활용성을 제고**할 수 있도록 **지진동 분석 범위를 포함하여 규제 방법론 개선**을 위한 연구 필요성 검토

④ 한수원이 직접 관리하고 있는 **PSA 입력자료의 객관성 확보**를 위해 **규제기관 차원의 관리방안을 수립**할 것을 권고

※ 미국은 NRC가 위험도평가를 위한 입력자료를 직접 관리 및 공표

3. 종합 결론

□ 전문위에서 KINS의 **APR1400 원전**(새울 1·2, 신한울 1·2) **사고관리계획서 심사결과**에 대해 **검토한 결과**,

○ 사고관리계획서에 대한 **심사**가 **적합하게 수행**되었고,

○ 검토 과정에서의 질의한 사항에 대한 **답변이 적절**하게 **제시**되었음을 확인

□ 이에 따라, 전문위는 KINS의 APR1400 원전 사고관리계획서 **심사결과**가 **타당**하다고 판단

< 안건 담당자 >

원자력안전위원회 원자력심사과	
김윤우 과 장	(02) 397 - 7216
김 상 서기관	(02) 397 - 7218
한국원자력안전기술원 원자력심사단	
이정재 단 장	(042) 868 - 0787
박건용 P M	(042) 868 - 0800