제144회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	심 의
의결일자	2021. 7. 22.	의 결
공개여부	공개	사 항

원자력이용시설 운영 변경허가(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 엄재식
제출일자	2021. 7. 22.

1. 의결주문

○ 원자력이용시설 운영 변경허가(안)을 <붙임>과 같이 의결한다.

2. 제안이유

○ 「원자력안전위원회 회의 운영에 관한 규칙」제7조(안건의 구분 등) 제2항에 따라 원자력안전위원회의 심의를 거쳐 운영 변경허가 여부를 결정하고자 함

3. 주요내용

순번	대상시설	신청사유	허가조항	소관부서
1	신고리 3.4호기	최종열제거원 설계온도 상향	제20조 (운영허가)	원자력 안전과

4. 검토사항: "붙임" 참조

5. 참고사항: "참고" 참조

붙임

원자력이용시설 운영 변경허가(안) KINS 심사 결과

신고리34호기 최종열제거원 설계온도 상향 [19.3.7 신청]

1. 개 요

- □ 한수원은 신고리3·4호기 **최종열제거원 설계온도 상향을** 위해 운영 변경허가 신청
 - 운영허가서류 중 최종안전성분석보고서 및 운영기술지침서 변경 ※ KINS 심사기간: '19.3. ~ '21.7 (총 5차례 35건 질의·답변)

2. 추진 배경

- □ 지구 온난화 등의 환경요인에 따라 부지 인근 해수온도(최종열제거원) 상승으로, 운영기술지침서 온도제한치 초과 가능성에 대비한 운전여유도 확보 필요
 - ※ 신고리3호기 **해수온도**가 **최고 31.2℃까지 상승**('17.8.7)하여 운영기술지침서 **온도제한치인 31.6℃에 근접**
 - 기기냉각해수계통(ESW) 및 기기냉각수계통(CCW) 관련 설계해수
 온도 재평가를 통해 최종열제거원 설계온도 상향(31.6℃→34.9℃)
 추진 (참고 1)

구분	사고시 설계해수온도 변경 현황			
T 世	현행*	변경**		
ESW 공급온도	31.6 ℃ (88.88 °F)	34.9 ℃ (94.75 °F)		

- * (현행 설계해수온도) 설계 당시 발전소 인근 해역의 30년간(1971~2000) 기상관측 최고수온(28.6℃)과 발전소 취수구의 온배수 재순환 영향(3℃)을 고려하여 31.6℃로 설정
- ** (변경 설계해수온도) 열교환기의 열제거성능을 만족하는 최대가능 해수온도 (36.1°C)에 온도측정 불확실도(1.2°C)를 보수적으로 반영하여 설정

3. 변경 내용

- □ 주요 설계변경 사항
 - 설계해수온도 상향 시 영향 평가
 - 설계해수온도 상향(31.6℃ → 34.9℃)을 고려한 열제거성능 재평가 및 계통영향 평가 수행
- □ 허가문서 변경 사항
 - (최종안전성분석보고서 1·2·9장) 최종열제거원의 최고 설계온도를31.6℃에서 34.9℃로 변경
 - (운영기술지침서) 운전제한조건 3.7.9(최종열제거원)에 기술된 최종 열제거원의 평균수온을 31.6℃에서 34.9℃로 변경하고, 평균수온 산정방법 명확화

4. 심사 결과

□ 관계시설의 성능 기술기준에 대한 적합성 (원안법 제21조제1항제2호)

[관련 기술기준]

- ▶(최종 열제거설비) 정상운전·사고조건 시 안전등급기기에서 발생하는 열하중을 최종열제거원으로 전달할 수 있어야 함 (원자로규칙 제31조)
- (열제거성능 재평가) 설계해수온도 상향을 고려한 설계기준사고 시 요구 열제거성능이 열교환기 열제거 성능 이내이므로 적합함을 확인

요구 열제거성능(A)	열교환기(CCW) 성능(B)	허용기준	평가결과
[]	[]	A <b< th=""><th>만족</th></b<>	만족

- (계통영향 평가) 설계해수온도 상향을 고려한 펌프 흡입수두, 설계온도 및 배관 건전성 영향 평가 결과가 적합함을 확인
 - (흡입수두) 변경 설계해수온도를 고려한 ESW 계통 펌프의 요구 흡입수두가 유효 흡입수두 이내이므로 적합함을 확인

항목	요 [.] 흡입수	•	유 <u>:</u> 흡입수:		허용기준	평가결과
ESW 펌프	[]	[]	A <b< td=""><td>만족</td></b<>	만족
ESW 회전망세척펌프	[]	[]	A\D	만족

- * (요구흡입수두) 펌프 공동현상을 방지하기 위한 최소 압력값 (펌프 설계값)
- ** (유효흡입수두) 펌프 흡입구에서 사용 가능한 유효 압력값 (계통 평가값)
- (설계온도) 설계해수온도 변경에 따른 최대가능 해수온도 [] 가 계통·기기의 설계온도 [] 이내이므로 **적합**함을 확인
- (배관건전성) 설계해수온도 상향을 고려한 배관의 응력(Stress, 應力) 평가 결과가 관련 기술기준(KEPIC MND, 2005)에 적합함을 확인

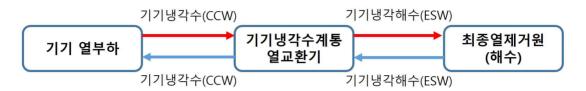
항목	적용 요건	평가값(최대)	허용기준	비고
배관응력	KEPIC MND 2005년 판	[]	≤45,000 psi	만족

5. 종합 의견

□ 한수원이 신청한 「신고리3·4호기 최종열제거원 설계온도 상향」 운영 변경허가가 원안법 제21조제1항의 허가기준에 적합

참고 1

- 설계해수온도 상향 관련 주요 계통기능 및 개략도
- □ 최종열제거원
 - **(주요기능)** 정상출력운전, 정지냉각운전 및 사고조건 등 모든 원자로 운전모드에서 기기냉각해수계통(ESW)에 냉각수를 공급



- 관련 기기구성 및 운전현황
 - ESW 및 CCW는 두 계열로, 계열별로 2대의 펌프와 3대의 열교환기로 구성

운전모드	ccw	펌프	CCW 열	교환기	ESW	펌프	비고
정상출력운전	[]	[]	[]	양 계열 운전
정지냉각운전 (기동 및 재장전운전 포함)	[]	[]	[]	양 계열 운전
사고시 운전	[]	[]	[]	양 계열 운전 (1계열 100% 용량)

- □ 기기냉각해수계통 (Essential Service Water, ESW)
 - (주요기능) 최종열제거원을 이용하여 기기**냉각수열교환**기에 **냉각수 공급**
 - (**냉각유로**) 해수→ESW 펌프→기기냉각수열교환기 2차측→해수

ſ 1

- □ 기기냉각수계통 (Component Cooling Water, CCW)
 - **(주요기능)** 안전관련 및 비안전관련 기기에서 발생되는 **열부하를** 기기**냉각수열교환기**를 통해 제거
 - **(냉각유로)** CCW 펌프→기기냉각수열교환기 1차측→안전관련 및 비안전관련 기기→CCW 펌프

[]

○ CCW 관련 열부하 기기 현황

Safety-Related Equipment (안전관련 열부하)	Non-Safety-Related (비안전관련 일	
 □ 정지냉각열교환기 □ 정지냉각최소유량열교환기 □ 원자로건물살수열교환기 □ 원자로건물살수 최소유량열교환기 □ 사용후연료저장조 냉각열교환기 □ 비상디젤발전기 냉각기 □ 필수냉동기 	□ RCP 및 모터 냉각기 □ 유출수열교환기 □ 충전펌프최소유량열교환기 □ 정상 1차시료냉각기 □ 사고후 1차시료냉각기 □ 밀봉수재순환열교환기 □ 복수회수탱크 배기응축기 □ 기체방사성폐기물계통 냉동기	□ 탈기기 □ 붕산농축기 □ 중앙냉동기 □ 복합건물냉동기 □ 2차시료냉각기 Rack □ 2차시료냉동기 □ 방사선감시기 #103 □ 방사선감시기 #104

참고 2 현행 운영기술지침서 운전제한조건 3.7.9

□ 운영기술지침서 운전제한조건 3.7.9 '최종열제거원'

3.7 발전소계통

3.7.9 최종열제거원

운전제한조건 3.7.9 최종열제거원이 **운전가능**한 상태이어야 한다.

적용 운전모드 1, 2, 3, 4

불만족시 조치

1. 취수구조물내 최저 i.1 운전모드 3으로 간다. 6시간 해수위가 -7.95 m 미만이거나 평균 해수 그리고
온도가 31.6 ℃(88. 88 °F) 를 초과 할 때 1.2 운전모드 5 로 간다. 36시간

점검요구사항

	점 검 내 용	점검주기
점검요구사항 3.7.9.1	취수구조물내 최저해수위가 -7.95 m 이상인지 확인 한다.	24시간
점검요구사항 3.7.9.2	해수의 평균 수온이 31.6 ℃(88.88 °F) 이하 인지 확인 한다.	24시간

참고 3

신고리3・4호기 최종안전성분석보고서 변경 전・후 비교표 및 검토의견

관리 번호	항목 /페이지	변경 전	변경 후	검토 의견
				[개정 내용] 설계온도로 설정된 최종열제거원 온도를 34.9℃로 변경
1	1.B.3.1.4.1	28.49℃(83.28°F)이며 설계기준사고시 <u>31.6℃</u>	1차측기기냉각해수계통의 설계해수온도는 정상운전시 28.49℃ (83.28°F)이며 설계기준사고시 <u>34.9℃ (94.75°F)</u> 이다.	[검토 의견] 최종열제거원 설계온도 변경에도 안전관련 계통의 열부하를 제거할 수 있고, ESW계통에 대한 영향이 허가기준을 만족하므로 적합함
2	2.4.11.6	1차측기기냉각해수계통은 설계해수온도 이하의 충분한 냉각수를 공급할 수 있도록 설계하며 과거 30년 이상의 국립수산과학원 부산관측소에서 관측된 표층 일 최고해수온도 28.6℃ 및 최고재순환온도 3.0℃를 이용하여 산정된 1차측기기냉각해수계통의 설계 해수온도는 31.6℃로 계통설명은 9.2.1.절에 상세하게 기술되어 있다.	1차측기기냉각해수계통을 위한 해수온도는 국립 수산과학원 부산관측소에서의 과거 30년 이상 관측치 중 표층 일최고해수온도 28.6 ℃와 온배수 재순환평가에서 산정된 최고재순환온도 3.0℃를 이용 한다. 기기냉각해수계통의 설계해수온도는 9.2.1절에 기술되어 있다.	[개정 내용] 최종열제거원 설계온도 변경에 따라 기존 설계온도를 삭제 [검토 의견] 최종열제거원 설계온도 변경사항을 반영하는 내용이므로 적합함

관리 번호	항목 /페이지	변경 전	변경 후	검토 의견	
3	9.2-1/ 9.2.1.1.1	정상운전시 최고설계온도가 28.49℃(83.28°F)인 냉각수를 공급하여야 하고, 설계기준사고시에는 최고 설계온도가	나. 1차측기기냉각해수계통은 1차측기기냉각수 열교환기로 정상운전시 최고설계온도가 28.49℃(83.28°F)인 냉각수를 공급하여야 하고, 설계기준사고시에는 최고 설계온도가 34.9℃(94.75°F)인 냉각수를 공급하여야 한다.		
4	9.2-2/	해수위인 ~ 해수수위변화, 또는 최고해수온도 <u>31.</u> <u>6℃(88.88°F)</u> 에서 최저해수온도 1℃(38.8°F)의 수온	카. 본 계통은 1차측기기냉각해수취수구조물 최저해수위인 ~ 해수수위변화, 또는 최고해수온도 <u>34.9℃</u> (<u>94.75°F)</u> 에서 최저해수온도 1℃(38.8°F)의 수온변화로인하여 그 기능이 상실되지 않도록 설계되어야한다.	설계온도로 설정된 최종열제거원 온도를 34.9℃로 변경 [검토 의견]	
5	9.2-44/ 9.2.5.2	온배수 영향을 포함한 1차측기기 냉각해수계통 및	최종열제거원에 대한 설계 온도는 순환수 방출구에서의 온수 재순환 영향을 고려하여 결정한다. 온배수 영향을 포함한 1차측기기냉각해수계통 및 최종열제거원의 최고 설계해수온도는 <u>34.9℃(94.75°F)</u> 이다.	허가기준을 만족하므로 적합함	

참고 4

신고리3·4호기 운영기술지침서 변경 전·후 비교표 및 검토의견

관리 번호	항목 /페이지	변경 전	변경 후	검토 의견	
1	3.7.9-1/ 3.7.9	평균 해수온도가 <u>31.6℃(88.88°F)</u> 를 초과할 때 점검요구사항 3.7.9.2	불만족시 조치 불만족상태 1. 취수구조물내 최저해수위가 -7.95m 미만이거나 평균해수온도가 <u>34.9℃(94.75°F)</u> 를 초과할 때 점검요구사항 3.7.9.2 해수의 평균 수온이 <u>34.9℃(94.75°F)</u> 이하인지 확인 한다.	[개정 내용] - 운전제한조건으로 설정된 최종열제거원 평균 수온을 34.9℃로 변경	
2	B 3.7.9 <i>-2 </i> B 3.7.9	운전제한조건 최종열제거원은 운전가능해야 한다. ~ 운전가능한 것으로 고려된다. 이러한 조건을 만족하기 위해 정상운전 중 <u>최종열제거원은 31.6℃(88.88°F)</u> 를 초과 하지 않아야 하고, ~ 감소되지 않아야 한다.	것으도 끄더된다. 이디만 조건들 단속아기 취해 저사으저 주 최조역제거의 펴구 스오흐 340℃	- 평균수온에 대한 정의 신설 [검토 의견] - 최종열제거원 설계온도 변경에도 안전관련 계통의 열부하를 제거할 수 있고, ESW계통에 대한 영향이 허가기준을 만족하므로 적합함 - 평균수온에 대하여 의미를 명확화하도록 정의를 신설한 내용은 적절함	
3	B 3.7.9-3/ B 3.7.9	설계 최대 열부하 범위내에서 적어도 최대 설계온도로 1차측기기냉각수계통을 냉각할 수 있는지 확인 <u>한다.</u>	점검요구사항 3.7.9.2 이 점검요구사항은 설계기준사건 후 냉각해수가 30일 동안설계 최대 열부하 범위내에서 적어도 최대 설계온도로 1차측기기냉각수계통을 냉각할 수 있는지 확인하기 위함이다. 24시간 점검주기는 적용되는 운전모드에서 변수의 변화추이에 관련된 운전경험을 근거로 한다. 최종열제거원 평균 수온이 34.9 ℃(94.75 °F) 이하임을확인한다. 최종열제거원 평균 수온은 1차측기기냉각해수 펌프 후단계열당 1대씩 설치되어 있는 온도계측기들의 평균값으로 산정한다.		

참고 5 관련 기술 기준

□ 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규		워자로시 설	등의	기술기	[주에	과하	규:
-----------------------	--	---------------	----	-----	-----	----	----

제31조(최종 열제거설비) ① 원자로시설에는 정상운전 및 사고조건하에서 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기에서 발생하는 열하중을 최종 열제거원으로 전달하는 설비를 갖추어야 한다.

□ KEPIC MND "원자력기계 - 3등급 기기"

- KEPIC MIND (2005) "원자력기계 3등급 기기"
 - 3등급 기기의 재료, 설계, 제작, 검사, 시험, 과압 방출 및 보고서 작성에 관한 규정을 제공함
 - 기기 설계 시 3000의 설계규정에 따라 펌프, 밸브, 배관, 탱크를 설계 하여야 함
 - 기기, 부품, 부속품은 2000의 요건에 일치하는 재료로 제작하여 4000의 규정에 따라 제작 및 설치 하여야 함

〈 안건 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력안전과		
김기환 과 장	(02) 397 - 7281	
박성준 사무관	(02) 397 - 7285	
한국원자력안전기술원 원자력검사단		
신호상 단 장	(042) 868 - 0015	
노경완 실 장	(042) 868 - 0774	