

제 96회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	심 의 의 결 사 항
의결일자	2019. 2. 1.	
공개여부	공 개	

신고리 원자력발전소 4호기 운영허가(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 엄 재 식
제출일자	2019. 2. 1.

1. 의결주문

- 신고리 원자력발전소 4호기(이하 신고리4호기) 운영허가(안)을 별지와 같이 의결한다.

2. 제안이유

- 2011년 6월 1일 한국수력원자력(주)가 신청한 신고리4호기 운영허가 건에 대해 『원자력안전법』 제111조에 따른 위탁기관인 한국원자력안전기술원(이하 KINS)이 심·검사를 수행한 결과,
 - KINS는 『원자력안전법』 제21조의 허가기준을 만족하는 것으로 확인하였음
- 상기 심사결과에 대해 『원자력안전위원회(이하 원안위)의 설치 및 운영에 관한 법률』 제15조에 따라 설치된 원자력안전전문위원회(이하 전문위)의 사전검토를 거쳐 원안위 회의에서 심층 논의한 사항을 토대로
 - 『원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률』 제12조 제5호 및 『원자력안전법 시행령』 제33조 제3항에 따라 원안위의 심의를 거쳐 운영허가 여부를 결정하고자 함

3. 허가 신청개요 및 경과

가. 운영허가 신청개요

- 신청자 : 한국수력원자력(주)
- 원자로 : 열출력 3,983MW 신형경수로(APR-1400)
- 설계수명 : 60년
- 심사대상 서류 : 원자력안전법 제20조에 따라 제출된 서류 총 7종*

* 최종안전성분석보고서, 운영기술지침서, 운전에 관한 품질보증계획서, 방사선환경영향평가서, 원자로 운전에 관한 기술능력설명서, 핵연료 장전계획에 관한 설명서, 비상운전절차서 작성설명서

나. 주요 경과

- '03.09.15. : 신고리3,4호기 건설허가 신청
- '08.04.15. : 신고리3,4호기 건설허가
- '11.06.01. : 신고리3,4호기 운영허가 신청
- '11.11월 ~ '18.05월 : KINS 심사 및 사용전검사 수행
- '17.02월 ~ '18.09월 : KINS 심·검사결과에 대한 전문위 사전검토
- '18.10월 ~ '19.01월 : 원안위 심·검사결과 보고(1 ~ 7차)

4. 검토사항

가. **【별 지】** 신고리4호기 운영허가 주요내용

나. **【참고1】** KINS 심·검사 주요결과 요약

※ 신고리4호기 운영허가 심사보고서(별책1) 및 사용전검사보고서(별책2)

다. **【참고2】** 전문위 사전검토 결과 요약

※ 전문위 검토결과 보고서(별책3) 및 POSRV 안전성 현안 검토결과 보고서(별책4)

라. **【참고3】** 원안위 중점논의 결과

1. 허가대상

본사	명칭	한국수력원자력(주)
	대표자 성명	정 재 훈
사업소	명칭	신고리 원자력발전소 4호기
	주소	울산광역시 울주군 서생면 해맞이로 658-91
원자로	종류	가압 경수로 (PWR)
	용량	3,983 MWth (1,400 MWe)

2. 허가사항

- 상기 신고리4호기에 대하여 『원자력안전법』 제20조 및 같은 법 시행규칙 제16조제8항에 따라 원자로 및 관계시설의 운영을 허가함
- 다만, 원안위와 전문위에서 중점 논의된 가압기안전방출밸브와 화재위험도분석에 대해 개선조치가 필요한 사항을 아래와 같이 『원자력안전법』 제99조에 따른 조건으로 붙임
 - 가압기안전방출밸브(POS RV) 관련 설계변경 등 누설저감 조치를 2차 계획예방정비까지 완료
 - 다중오동작 분석결과가 반영된 화재위험도분석보고서를 '19.6월 까지 제출하고, 이에 대한 원안위 검토결과에 따라 절차서 개정, 설비보강 등의 후속절차를 진행할 것
 - 최종안전성분석보고서 내용 중 적용된 기술기준이 BTP CMEB 9.5-1 로 인용된 부분에 대해서는 모두 RG 1.189(rev.0)로 변경할 것

3. 허가문서

- 최종안전성분석보고서 허가 본
- 운영기술지침서 허가 본
- 운전에 관한 품질보증계획서 허가 본
- 방사선환경영향평가서 허가 본
- 원자로 운전에 관한 기술능력설명서 허가 본
- 핵연료 장전계획에 관한 설명서 허가 본
- 비상운전절차서 작성설명서 허가 본

1. 심 · 검사 개요

- 원자력안전법 제111조에 따라 위탁받은 KINS가 원자력안전법 제20조제2항에 따라 제출된 서류에 대해 심사, 제16조 및 같은 법 시행령 제27조에 따른 구조물, 설치 등 각 공정별 사용전검사 수행

2. 심 · 검사 주안점

- 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기 등의 성능이 허가기준에 만족하는지 여부 확인
- 운영허가 심사과정 중 발생한 경주(16.9월) 및 포항지진(17.11월) 등 변화된 지질환경을 고려한 지진안전성 재평가 결과의 적합성
- 가압기안전방출밸브(POS RV) 누설, 가동원전 원자로건물 라이너 플레이트(CLP) 부식 등 선행호기 운전경험 반영의 적합성
- 후쿠시마 사고 관련 안전성 증진사항, 시험성적서 등 품질서류 위조조사 및 후속조치 결과의 적절성

3. 심·검사 주요결과

① 원자로 및 관계시설의 운영에 필요한 기술능력 (원안법 제21조제1항)

[허가기준 요약]

- ▶ (운영조직) 필요한 조직 및 부서를 구성하고 면허 등 유자격 종사자 확보
- ▶ (자격 및 훈련) 훈련계획을 수립하고 운전원은 약물복용 및 정신질환 등에 관한 진단을 실시하며 면허 소지자가 관련 업무를 수행
- ▶ (운영절차서) 행정·운전·시험 및 보수절차서를 비치, 운전절차서는 정상·비정상·비상운전절차서로 구성, 중대사고관리지침서 등 확보

- (운영조직) 운전은 6개조(66명)로 편성, 지원을 위한 기술·정비 조직은 28개팀(373명) 구성·운영하여 기존 운영원전과 동등한 수준

▶ 발전소 운영관련 면허자 확보 현황

구 분	원자로 운전		방사선취급 감독자	핵물질취급 감독자
	모드 1,2,3,4	모드 5,6		
기준	감독자 1명 조종사 2명	감독자 1명 조종사 1명	1명	1명
확보	감독자 1명 조종사 2명	감독자 1명 조종사 2명	2명	1명

- (운영절차서) 운영(행정·운전·시험·보수 등)절차서, 운전(정상·비정상·비상)절차서, 중대사고관리지침서 등 1,600여건 구비

구 분		보유 절차서
운영 절차서	행정	방화문 관리 등 84 건
	운전	재장전 수조 충수 및 배수 등 191 건
	시험	정지여유도 점검 등 275 건
	보수	진동 감시시스템 정비 등 120 건
	기타	시운전 시험절차, 경보 등 930 건
운전 절차서	정상	안전주입계통 등 98 건
	비정상	원전연료 취급 사고시 조치 등 86 건
	비상	원자로트립 등 7 건
중대사고관리지침서		원자로건물 상태 제어 등 20 건

② 원자로 및 관계시설의 성능 (원안법 제21조제2항)

[허가기준 요약]

- ▶ (원자로격납건물 등) 방사성물질 누출을 최소화 하도록 누설률을 제한, 가연성기체 제어 수단을 구비, 예상 최대압력에서 구조적 건전성 유지
- ▶ (원자로) 설계수명 60년 동안 건전성이 확보되도록 가압열충격, 최대흡수에너지 등 고려, 비상노심냉각계통은 안전유지에 필요한 노심 열제거능력을 갖도록 설계
- ▶ (핵연료) 과도상태에서도 건전성을 확보, (노심설계) 급격한 반응도 증가가 자연적으로 억제되도록 설계
- ▶ (원자로제어실) 거주성을 확보, (디지털 계측제어설비) 사무용 통신망과 물리적으로 분리되도록 설계
- ▶ (전력공급설비) 교류전원이 완전 상실된 경우 대체교류 전원을 확보, 대체 교류전원까지 상실된 상태에서도 영향을 최소화할 수 있도록 설계

- (원자로격납건물 등) 원자로격납건물의 가연성기체(수소) 제어 수단 현황과 누설률 및 구조적 건전성 유지 여부 등을 확인

▶ 가연성기체 제어수단 현황

구분	피동형수소재결합기(PAR)	수소점화기
설계기준사고 대비	12대	-
중대사고 대비	18대	10대

▶ 누설률 및 건전성 평가결과

구분	기준(조건)	평가결과
누설률	0.075 wt%/24hr 이내	0.0328 wt%/24hr
변형 확인	설계압력(4.21 kg/cm ²)의 115%(4.85 kg/cm ²)까지 가압 후 건전성 확인	변형, 균열 발생 없이 건전성 유지

- (원자로 등) 원자로의 가압열충격, 최대흡수에너지 평가와 비상 노심냉각계통의 노심 냉각성능 평가결과 등을 확인

▶ 원자로 가압열충격, 최대흡수에너지 평가결과

구분		기준	평가결과
가압 열충격	모재	132.2 °C 이하	15.6 °C
	용접재	148.9 °C 이하	11.23 °C
최대 흡수 에너지	초기	102 J 이상	200 J
	말기	68 J 이상	134 J

▶ 원자로용기 직접주입 비상노심냉각계통* 노심 냉각성능 평가결과

구분	기준	평가결과
LOCA 해석시 최대 피복재 온도	1,204 °C 이하	1,135.4 °C

* 기존 표준형원전은 비상노심 냉각수가 원자로 입구 배관을 통해 주입되도록 설계

- (핵연료 및 노심설계) 과도상태에서 핵연료 건전성이 확보되는지와 노심의 고유안정성(자연적으로 출력감소) 유지를 위한 설계 등을 확인

▶ 과도상태 핵연료 건전성 평가결과

구분	기준	평가결과
내압	2250 psia 이하	2166 psia
피로	0.8 이하	0.61
변형	1 % 이하	0.61 %
부식	100 μm 이하	84.7 μm
수소화	600 ppm 이하	595.7 ppm
응력*	62.6 ksi 이하	32.9 ksi

* 안전정지지진(0.3g)과 냉각재상실사고의 동시발생 시 핵연료집합체의 응력

▶ 노심 고유안정성, 핵연료집합체 장전 설계의 평가결과

구분		기준	평가결과
출력계수	초기	0 이하	$-6.37 \times 10^{-5} \Delta p/W/cm$
	말기		$-1.18 \times 10^{-4} \Delta p/W/cm$
출력첨두계수		2.20 이하	2.12
반경방향첨두계수		1.55 이하*	1.42
정지반응도**		16.56 % Δp 이상	16.70 % Δp

* 핵비등이탈률(DNBR) 해석 시 가정한 값

** 사고해석 반응도 요구량과 온도변화 등을 고려한 총 반응도 요구량

- (원자로제어실 등) 거주성 확보(피폭 선량평가 등) 여부와 안전등급 계측제어계통이 사무용 통신망으로 부터 물리적 분리 등 확인

▶ 원자로제어실 거주성 확인을 위한 선량평가 결과 (주요사고)

구분		기준(mSv)	평가결과(mSv)
증기발생기 전열관 파단사고	전신	50	0.0146
	갑상선	300	6.8
	피부선량	300	3.44
주증기관 파단사고	전신	50	0.013
	갑상선	300	58.1
	피부선량	300	1.28
냉각재 상실사고	전신	50	3.97
	갑상선	300	233
	피부선량	300	13.9

- (전력공급설비) 비상 및 대체교류 전원을 확보, 대체 교류전원이 상실된 상태에서도 영향을 최소화할 수 있도록 직류전원 등을 확인

구분		개별용량	수량	비고	기준(조건)
교류	비상디젤발전기	8,000 kW	2대	24 m 이격	6,689.3 kW 이상*
	대체교류발전기	7,200 kW	1대	-	6,535.9 kW 이상*
직류	축전지	4,200 AH	4개 채널	8시간 공급	4,191 AH이상*

* 잔열제거 등 안전정지에 필요한 교류 및 직류부하(설계여유 포함) 총량

③ 방사성물질 등이 주변 환경에 미치는 영향 (원안법 제21조제3항)

[허가기준 요약]

- ▶ 방사성물질 배출농도는 환경으로 배출되는 액체 및 기체방사성폐기물 배출관리분율(배출농도/관리기준)의 합이 1이하
- ▶ 제한구역경계에서 피폭선량은 환경상의 위해방지를 위해 『방사선보호 등에 관한 기준』 제16조 적용

- (방사성물질 배출농도) 액체방사성폐기물에 대한 배출관리분율의 합은 0.0098, 기체방사성폐기물에 대한 배출관리분율의 합은 0.169로 확인
- (신고리4호기 가동시 피폭선량) 기체 및 액체 방출물로 인한 제한구역경계(560m)에서의 연간 피폭선량 확인

구 분		선량평가	
		기준	평가결과
기 체 방출물	감마선에 의한 공기 흡수선량(mGy)	0.10	0.0334
	베타선에 의한 공기 흡수선량(mGy)	0.20	0.121
	외부피폭에 의한 유효선량(mSv)	0.05	0.0162
	외부피폭에 의한 피부등가선량(mSv)	0.15	0.0749
	입자상 방사성물질 등에 의한 인체장기 등가선량(mSv)	0.15	0.104
액 체 방출물	유효선량(mSv)	0.03	0.00253
	인체장기 등가선량(mSv)	0.10	0.0284

- (부지내 모든 원전 가동시 피폭선량) 고리부지 6개 호기, 새울부지 2개 호기 가동시 제한구역경계에서의 연간 피폭선량 확인

구분	기준	평가결과
유효선량	0.25 mSV	0.17 mSv
갑상선선량	0.75 mSV	0.40 mSV

< 사고시 피폭선량 >

[방사선환경영향평가서]

구분	기준*	평가결과
전신선량	250 mSV	0.639 mSv
갑상선선량	3,000 mSV	128 mSV

* 사고시 피폭선량의 평가결과 관련 기준은 10CFR100.11 준용

④ 후쿠시마 후속조치

- '11.3월 후쿠시마 원전사고 이후 마련된 국내 원전 안전강화 대책 총 50개 개선대책 중 건설원전에는 33개 개선대책이 해당되며, 33건에 대한 조치가 모두 완료되었음을 확인 [\[붙임 2 참조\]](#)

⑤ 시험성적서 위조조사 후속조치

- (시험성적서) 국내 시험성적서는 조사대상 총 46,578건 중 271건, 해외 시험성적서는 조사대상 총 41,176건 중 20건의 불일치 성적서 확인
 - ▶ 불일치 시험성적서 관련 기기(부품) 교체 또는 시험성적서 재발행 등 후속조치 수행의 적절성 확인
- (기기검증서) 국내 기기검증서 총 594건 중 14건 불일치* 확인, 해외기관 검증서는 총 199건이며 불일치 사항이 없음을 확인

* 안전등급케이블 등의 내환경검증 불일치 건에 대해 교체, 재검증 등 수행

6] 선행호기(신고리3호기) 운전경험 반영사항

○ 가압기안전방출밸브(POS RV) 누설 정비

- ▶ (개요) 시운전 중 가압기안전방출밸브(POS RV)에서 제한값에 근접하는 누설이 발생하여 원자로를 수동정지하고 정비조치
- ▶ (원인) POS RV내 스프링구동파이롯밸브(SLPV) 디스크와 시트 접촉면이 손상되어 장기간 지속되었으나, 초기누설 감지 못함
- ▶ (반영) POS RV 분해 점검, 누설 조기감지를 위한 POS RV 후단 고온 경보값 하향 조정($124^{\circ}\text{C} \rightarrow 65^{\circ}\text{C}$) 등 후속조치 수행

○ 1차·2차 출력편차에 의한 수동정지

- ▶ (개요) 원자로출력 95%에서 터빈-발전기 출력이 100%(1,455MWe)에 도달, 출력편차 해소를 위해 원자로를 수동정지하고 정비
- ▶ (원인) 국산화한 주급수 유량측정기(벤츄리) 구성품의 편심현상과 저압탭 밀봉부의 누설로 유량이 작게 측정되어 원자로출력이 작게 지시
- ▶ (반영) 기존 가동원전에 설치되어 성능이 확인된 Evoqua사 (미국) 제품으로 주급수 유량측정기 교체 설치

○ 제어봉 비정상 삽입에 의한 원자로 자동정지

- ▶ (개요) 제어봉 시험 중 비정상적인 제어봉 삽입으로 원자로 자동 정지
- ▶ (원인) 디지털 제어봉제어계통 통신 설비고장으로 제어봉이 운전원조작과 상이하게 동작
- ▶ (반영) 제어봉 통신망 고장 감시용 경보 신설 및 관련 절차서 개정

① 총 관

- 총 8차례의 회의를 개최('17.2 ~ '18.9)하여 KINS가 수행한 심·검사 결과를 검토
- 두 개의 실무검토위원회를 구성하여 지진안전성평가와 가압기 안전방출밸브(POSRV) 누설에 대해 심층 검토
 - ▶ (지진안전성평가) 경주 및 포항지진 후속조치로 수행된 지진 안전성평가 결과에 대해 적절성 등 검토
 - ▶ (POSRV 누설) 사용전검사 중 확인된 POSRV 누설에 대해 원인분석과 규제요건 만족여부에 대해 심층 검토

② 검토결과

- 운영허가 신청서류 7종에 대한 심사와 원자로 시설의 성능에 대한 사용전검사 결과가 법령이 정한 기술기준에 만족하는 것으로 검토
- 경주 및 포항지진의 유발단층에 의한 최대 지반가속도(0.06g, 0.026g)가 신고리4호기 안전정지지진(0.3g)에 포괄됨
 - ▶ 이를 고려한 확률론적 지진재해도분석 결과, 안전정지지진(0.3g)의 초과확률(연간 3.63×10^{-5})이 허용기준(연간 1×10^{-3}) 이내 확인
- 사용전검사 과정에서 확인된 POSRV의 누설의 원인분석결과와 후속조치가 규제요건을 만족하는 것으로 확인
 - ▶ 원인분석을 통해 도출된 조치들을 적용한 후, POSRV는 누설 시험의 허용기준을 만족하는 것으로 검토

▶ POSRV 누설은 미확인누설 제한값(1.0 gpm, NUREG-1432) 이내
이므로 성능요건을 만족하는 것으로 검토

- POSRV 누설, 1·2차 출력편차 방지 조치와 제어봉제어계통 통신
오동작 경보설치 등 선행호기 운전경험 반영에 대해서도 검토
- 품질서류 위조조사에서 확인된 불일치 시험성적서와 기기검증서
후속조치가 기술요건에 따라 적합하게 조치되었는지 확인
- 건설원전에 적용되는 후쿠시마 원전 사고 후속조치사항 33건이
적절히 조치되었는지 확인

③ 종합결론

- 전문위 사전검토 결과, KINS가 수행한 신고리4호기 운영허가
심·검사 결과가 적합한 것으로 판단
- 다만, 추가적인 안전성 제고를 위해 두 가지 개선조치를 권고
 - ▶ POSRV의 신뢰도를 높이기 위해 밸브, 배관 등의 설계변경 등
누설이 발생하지 않도록 하는 방법을 강구하고 조치
 - ▶ 향후 동남부 활성단층 다부처 조사결과가 도출되면 동 결과를
반영하여 지진안전성에 대해 재평가하도록 권고

① 지진안전성 확인

- 경주(규모 5.8, '16.9)와 포항(규모 5.4, '17.11)지진 유발단층에 대해 가용한 지진 및 단층정보를 활용하여 안전성을 평가한 결과,

- ▶ 신고리4호기 안전정지지진(0.3g)이 경주 및 포항지진의 유발 단층에 의한 최대지반가속도를 포괄하고 있으며,

구분	발생가능 규모	최대지반가속도
경주지진	5.5 ~ 7.0	0.06g(± 0.02 g)
포항지진	6.35	0.026g(± 0.003 g)

- ▶ 확률론적 지진재해도분석(PSHA) 결과도 안전정지지진에 대한 평균 초과확률(연간 3.63×10^{-5})이 허용기준(연간 1×10^{-3}) 이내

※ 한수원이 제출한 PSHA 결과(그래프, FSAR)에 경주·포항지진 평가결과가 반영되지 않았고, 신고리1,2호기 그래프가 원용되어 수정·보완토록 조치

- 신고리4호기에서 약 5km 떨어진 일광단층대의 경우, 약 100만년 이전 활동하여 활동성단층에 해당되지는 않으나,

- ▶ 일광단층대에서 규모5(경주지진 유발단층 동일형상) 지진이 일어난다고 가정하고 동 영향에 대해 평가토록 조치(최대지반가속도 0.1010g)

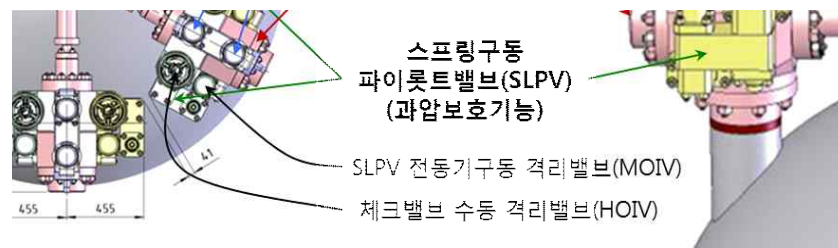
- 전문위 권고와 동일하게 동남부 활성단층 다부처 조사('21년 완료)가 완료되면 지진안전성 평가에 동 결과를 반영토록 권고

② 가압기안전방출밸브(POSRV) 관련 안전성

- POSRV 주밸브 동작시험 및 정비과정에서 미세 내부누설 확인

- ▶ 누설은 밸브의 구조적 특징(수평형 밸브 몸체 상하 온도차 등)에 기인한 것으로 분석, 한수원은 보온재 보강, 시험절차·방법 개선

※ POSRV는 원자로냉각재계통 설계압력의 110%(193.3kg/cm²) 이하를 유지하도록 압력을 조절하고, 비상냉각수 주입을 위한 안전감압 기능을 수행



= 6종 11개 밸브 : Main Valve(1) + MOPV(2) + SLPV(2) + 체크밸브(1)
+ MOIV(2) + HOIV(2)

- 원안위 검토과정 중 전문위에 POSRV 안전성을 심층 검토를 요청한 결과, POSRV는 관련 기술기준을 만족하는 것으로 확인
 - ▶ 누설이 있더라도 POSRV 안전기능에 영향을 미치지 않으므로 성능요건을 충족하고 있다는 KINS의 판단은 적절한 것으로 검토
 - ▶ 다만, 전문위 권고와 같이 POSRV 안전성 제고를 위해 장기적으로 설계변경 등 누설이 발생되지 않도록 하는 조치를 권고

③ 화재방호 관련 안전성

- 적용된 기술기준은 RG 1.189(rev.0, 2001년)이며 이에 따라 안전정지분석, 연계회로분석, IS(연계계통)-LOCA분석 등을 수행
 - ▶ (안전정지분석) 안전정지기기가 계열 간 방화벽으로 격리(구역 A 및 B)되어 있어 화재로 인한 안전정지기능에 영향이 없음을 확인

▶ (연계회로분석) 안전정지기기의 전원·제어회로가 계열 간 격리(구역 A 및 B) 포설되어 화재로 인한 안전정지기능에 영향이 없음을 확인

▶ (IS-LOCA분석) 방화구역 등으로 미격리된 연계계통의 격리밸브(2개) 중 1개 밸브가 내화조치*되어 LOCA 유발 가능성이 없음을 확인

* 정지냉각계통 등 격리밸브의 전원차단 제어회로를 랩핑, 3시간 이상 내화성능 확인

※ 『화재위험도분석에 관한 기술기준('15년 개정)』에서 요구하는 다중 오동작 분석을 조기 수행토록 권고

④ 원자로건물 라이너플레이트(이하 CLP) 및 구조물 건전성 점검

○ (CLP) 시공이음부 및 4 ~ 10단 용접부 두께측정 결과, 최소 두께가 5.43mm*로 확인되어 기준두께(5.4mm) 이상임을 확인

* 감사원 감사결과('18.6) 에코방식의 두께측정을 권고, 추가 점검한 결과

○ (구조물) 점검결과 공극은 확인되지 않았으나, 제거되어야 하는 쉬스관 배수구 임시보호재(스티로폼)가 4개소에 남아있어 제거·보수 조치

※ 437개 격실내부, 외부 43,402m², 직경 2ft 이상 관통부 212개소에 대해 점검

⑤ 증기발생기 이물질 제거 등 조치 적절성

○ 상온수압시험 후 증기발생기에서 이물질이 확인('15.11)되어, 증기 발생기 전열관 전량 검사 및 내시경 확인 후 이물질 전량 제거

▶ 이물질은 증기발생기 2차측 배수노즐 제작과정의 부산물 등으로 1번 증기발생기에서 4개, 2번 증기발생기에서 92개 등 총 96개를 제거

○ 전열관 사이를 이동하며 손상을 유발할 수 있는 최대 이물질(0.98×0.25×0.013 in, 21.4g)이 있다고 가정, 전열관의 건전성을 평가한 결과

▶ 정비기준(기준두께의 40%) 도달 시점은 최소 3.8주기(68개월)로 평가되어 계획예방정비마다 이물질 여부를 검사토록 조치

⑥ 운영허가 심사 중 법령개정 관련사항 검토

- (사고관리계획서) 향후 제출될 사고관리계획서의 심사결과와 신고리4호기 운영허가 심사와 연계성 등 검토

※ '16.6.23일 시행된 원자력안전법은 운영 및 운영허가 심사 중 원전에 대해 '19.6.22일까지 사고관리계획서를 제출토록 부칙에 규정

- (배출계획서) 既 제출된 배출계획서의 심사결과와 신고리4호기 운영허가 심사와 연계성 등 검토

▶ '16.12.2일 시행된 원자력안전법은 운영 및 운영허가 심사 중 원전에 대해 '18.12.1일까지 배출계획서를 제출, 승인받도록 부칙에 규정

- (검토결과) 사고관리 및 배출계획서는 개정법 부칙에서 운영허가 심사 중 원전에 대해 운영허가 여부와 관계없이 제출·승인 받는 문서로 규정

▶ '11.6월 운영허가를 신청한 신고리4호기 운영허가 심사대상 서류에서는 제외되며 개정법 부칙에 따라 별도로 심사 수행

⑦ 원자로 설계수명(60년)과 차이나는 기기 관련사항 검토

- (설계수명) 원전 설계과정에서 기준이 되는 기간으로 요구된 안전성 및 성능을 유지할 수 있는 최소 운전 가능기간

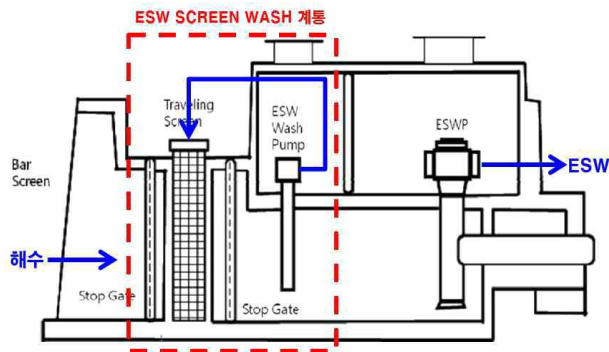
▶ (60년 기기) 원자로, 증기발생기, 가압기, 원자로냉각재펌프, 원자로냉각재 배관, CLP, 구조성자재, 안전등급케이블 등

▶ (40년 기기) 60년 기기 이외 터빈, 발전기, 비상디젤발전기, 비안전등급케이블, 복수기, 공기조화기, 주변압기 등 기기

- (기기관리) 40년 기기는 유지·보수 계획에 따라 설계수명까지 정비·관리되며 수명도래 이전에 기기검증 결과에 따라 교체

⑧ 1차기냉각해수 회전여과망 세척계통 누설조치 결과

- (개요) 1차기냉각해수 회전여과망 세척계통의 펌프 출구 배관에서 누설 발생



<ESW Screen Wash 계통 개략도>



<누설 발생부 현장 사진>

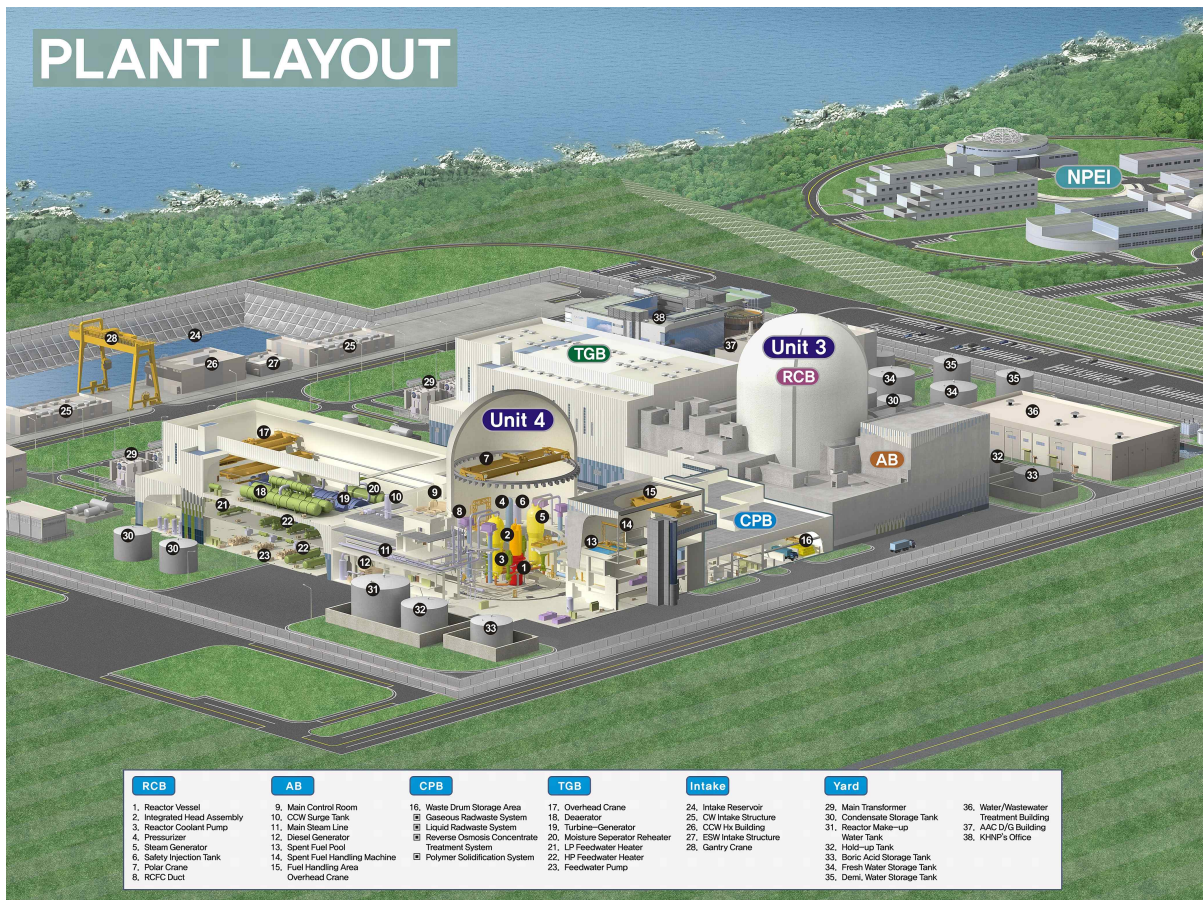
- (원인) 배관손상 원인은 부식방지용 내부코팅에 균열이 발생하고 해당 균열부위로 해수가 침투하여 배관 부식을 유발
 - ▶ 내부코팅 균열은 수작업에 따른 국부적 두께 불균일, 간헐적 펌프 작동에 따른 반복적 압력변화 등 복합적 원인으로 발생
- (조치) 손상배관은 교체하고 건전성을 확인하였으며 유사부위 확대 점검결과(12,757개소) 최소두께*이상 확인

* 배관 최소두께는 공칭두께의 87.5% 이상으로 관리

붙임1 신고리4호기 개요 및 원전별 설계특성

□ 신고리4호기 개요

위 치	울산광역시 울주군 서생면 해맞이로 658-91		
시설용량	1,400MWe	형 식	신형가압경수로(APR1400)
건설기간	'08. 4 ~ '19. 8 (본관기초굴착 ~ 준공예정, 한수원)		
종합설계	한국전력기술(주)	주 기 기 급	두산중공업(주)
원전연료	한전원자력연료(주)	주 설 비 공	현대건설/두산중공업 / SK건설



□ 원전별 설계특성

		신월성1,2호기	신고리3,4호기	신고리5,6호기
설계수명		40년	60년	60년
출력	노심출력	281.5만kWth	398.3만kWth	398.3만kWth
	전기출력	100만kW _e	140만kW _e	140만kW _e
원자로	높이×내경	14.64m×4.16m	14.83m×4.68m	14.83m×4.68m
	두께	20.47~21.74cm	23.01~24.28cm	23.03~24.28cm
	연료장전	177개	241개	241개
1차 냉각재	유량	55.1×10 ⁶ kg/hr	75.6×10 ⁶ kg/hr	75.6×10 ⁶ kg/hr
	온도/압력	327.3℃/158.2kg/cm ²	323.9℃/158.2kg/cm ²	323.9℃/158.2kg/cm ²
중기 발생기	높이×내경	20.75m×5.39m	22.95m×5.89m	22.95m×5.89m
	형태	일체형 이코노마이저 수직 U자형 전열관	일체형 이코노마이저 수직 U자형 전열관	일체형 이코노마이저 수직 U자형 전열관
	전열관 재질	니켈-크롬-철 합금	SB-163 Alloy 690 니켈-크롬-철 합금	SB-163 Alloy 690 니켈-크롬-철 합금
	몸체 재질	SA-508 Grade 3 Class1	SA-533 Type B Class1 또는 SA-508 Grade 3 Class1	SA-508 Grade 3 Class1
	전열관수	8,340개	13,102개	13,102개
안전 설비	비상노심 냉각계통	저온관 주입방식(2개)	원자로용기 직접주입방식(4개)	원자로용기 직접주입방식(4개)
	ECCS 수원	외부 재장전수탱크 채택 (별도의 재순환 집수조 설치 및 재순환 작동신호 존재)	내부 재장전수 탱크 채택 (재순환 집수조 역할 겸용, 재순환 작동신호 제거)	내부 재장전수 탱크 채택 (재순환 집수조 역할 겸용, 재순환 작동신호 제거)
	보조급수 펌프	터빈구동 50% 2대 모터구동 50% 2대	터빈구동 100% 2대 모터구동 100% 2대	터빈구동 100% 2대 모터구동 100% 2대
	수소 완화계통	피동축매형 수소재결합기 : 21대 수소점화기 20대	피동축매형 수소재결합기 : 30대 수소점화기 : 10대	피동축매형 수소재결합기 : 30대 수소점화기 : 10대
	비상살수 보조설비	-	원자로건물 살수계통 Back-up설비 채택	원자로건물 살수계통 Back-up설비 채택 & 이동형설비를 이용한 장기냉각방안 추가
	원자로공동 충수	-	원자로 및 공동 내 노심용융물 냉각	원자로 및 공동 내 노심용융물 냉각
격납 건물	높이×내경 ×두께	66.75m×43.89m×1.22m	76.66m×45.72m×1.22m	76.66m×45.72m×1.37m
	설계압력	4.01kg/cm ²	4.22kg/cm ²	4.22kg/cm ²
안전정지지진		0.2g	0.3g	0.3g

붙임2 후쿠시마 후속조치 결과

□ 총 50개 개선대책 중 건설원전에는 33개 개선대책이 해당되며,
33건 모두 완료되었음을 확인

구분	개선사항	비고
2014년 이전	① 안전정지유지계통 내진성능 개선 (1-2)	기반영
	② 예비변압기 앵커볼트 체결 (3-3)	기반영
	③ 피동형수소제거설비 설치 (4-1)	기반영
	④ 격납건물 배기 또는 감압설비 설치 (4-2)	기반영
	⑤ 비상대응시설 개선 (5-8)	기반영
	① 지진 자동정지 설비 설치 (1-1)	종 결
	② 주제어실 지진 발생 경보창 등의 내진 성능개선 (1-4)	종 결
	③ 이동형 발전차량 및 축전지 등 확보 (3-1)	종 결
	④ 대체비상디젤발전기 설계기준 개선 (3-2)	종 결
	⑤ 스위치야드 설비관리 주체 개선 (3-4)	종 결
	⑥ 사용후핵연료 저장조 냉각 기능상실시 대책확보 (3-5)	종 결
	⑦ 소방계획서 개선 및 협력체계 강화 (3-9)	종 결
	⑧ 화재방호설비 및 자체 소방대 대응능력 개선 (3-10)	종 결
	⑨ 원전 성능위주 소방설계 도입 (3-11)	종 결
	⑩ 원자로 비상냉각수 외부 주입유로 설치 (4-3)	종 결
	⑪ 중대사고 교육·훈련 강화 (4-4)	종 결
	⑫ 다수호기 동시 비상발령 등 방사선비상계획서 개정 (5-2)	종 결
	⑬ 장기 비상발령 대비 비상장비 추가확보 (5-3)	종 결
	⑭ 방사선 비상훈련의 강화 (5-5)	종 결
	⑮ 장기전원상실시 필수정보의 확보방안 강구 (5-6)	종 결
2015년 이전	① 방수문 및 방수형 배수펌프 설치 (2-2)	종 결
	② 최종 열제거설비 침수방지 및 복구대책 마련 (3-6)	종 결
	③ 원전 인근 주민보호용 방사선 방호장비 추가 확보 (5-1)	종 결
	④ 비상계획구역 밖의 주민 보호조치 (5-10)	종 결
	⑤ 원전부지 최대지진에 대한 조사·연구 (1-3)	종 결
	⑥ 원전부지 설계기준 해수위 조사·연구 (2-3)	종 결
	⑦ 중대사고 관리지침서의 개정 (4-5)	종 결
2015년 이후	① 옥외 설치탱크 파손대비책 마련 (3-7, 2-3 결과 반영)	종 결
	② 냉각해수 취수능력 강화 및 해일 대비시설 개선 (2-4, 2-3 결과 반영)	종 결
	③ 정지·저출력 운전중 중대사고 관리지침서 개발 (4-6)	종 결

〈 안전 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력심사과	
임시우 과 장	(02) 397 - 7216
김수일 사무관	(02) 397 - 7224