

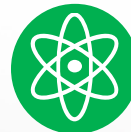
스트레스테스트 사업자 수행 현황

KHNP-CRI

대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70
(우.34101) Tel.042-870-5119

 **한국수력원자력주**

<http://blog.khnp.co.kr>
<http://twitter.com/ikhnp>
<http://www.facebook.com/ilovekhnp>



1

개 요

- 1.1 배경 및 추진경위
 - 1.2 수행목표 및 평가대상
 - 1.3 평가분야
 - 1.4 수행일정
-

1.1 배경 및 추진경위

배 경

월성1호기, 고리1호기 스트레스테스트 결과 반영하여 전체 가동원전에 대하여
스트레스테스트 Test 확대 추진, 원안위 의결('15.9.24)

추진 경 위

- 가동원전 스트레스테스트 원안위 수행지침 접수('16.10)
- 가동원전 스트레스테스트 사업자 수행계획 원안위 제출('16.11)
- 중앙연구원 스트레스테스트 시행계획 수립('17.6)
- 대표원전 스트레스테스트 수행('17.6 ~)
- 유사원전 스트레스테스트 수행('18.3 ~)

1.2 수행목표 및 평가대상

수행목표

가동원전의 설계기준을 초과하는 극한자연재해에 대한 대응능력 평가

평가대상

대표원전	유사원전	노형
고리2호기	-	WH(2-loop)
월성2호기	월성3,4호기	CANDU
한빛1호기	한빛2, 고리3,4호기	WH(3-loop)
한울3호기	한빛3,4,5,6호기, 한울4,5,6호기 신고리1,2호기, 신월성1,2호기	OPR1000
한울1호기	한울2호기	Framatomm

1.3 평가분야

1

설계기준 초과 극한 자연재해의 특성

• 원전 부지에서 발생 가능한 지진, 홍수, 기타 자연재해에 대한 특성 평가

2

극한 자연재해에 대한 구조물 계통 기기 건전성

• 극한 자연재해가 원전의 구조물 계통 기기의 건전성에 미치는 영향 평가

3

전력계통 등 안전기능 상실에 대한 대응능력

• 장기교류전원 상실, 최종열제거원 상실사고 등에 대한 원전의 대응능력 평가

4

중대사고 관리능력

• 극한자연재해 시 원전의 중대사고 관리능력에 대한 평가

5

비상대응 능력

• 극한자연재해를 고려한 원전의 방재 및 비상대응능력 평가

6

운영기술 능력

• 사고대응전략, 주요 운전원조치, 주요 자원의 적절성, 인간공학 유효성 등을 평가

1.4 수행일정

대 상		2017				2018				2019				2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1단계 (대표원전 유사원전)	고리 2																
	한울 3,4																
	월성 2,3,4																
	한빛 1,2																
	한울 1,2																
	차이분석(Gap Analysis)																
2단계 (유사원전)	고리 3,4 / 신고리 1,2																
	신월성 1,2																
	한빛 3,4,5,6																
	한울 5,6																
APR1400	신고리 3,4																
	신한울 1,2																
규제기관 검증 및 인허가 대응																	

※ APR1400 원전(신고리3,4 및 신한울1,2)은 분야1 및 분야2 평가

2

대표원전 수행현황

2.1 수행경과

2.2 규제기관 질의답변 현황

2.1 수행경과



2.2 규제기관 질의답변 현황

발전소	서류 적합성	1차 질의	2차 질의	주요 질의사항
한울3호기	31	101	63	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 노후원전 ST 안전개선사항 반영 현황 제시 ▶ 유효성평가에서 도출된 개선사항 이행계획 제시
고리2호기	38	98	80	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 축전지 용량확보를 위한 부하 차단 전략 제시 ▶ 노심냉각용 설비의 운영기술적 이행가능성 제시
한빛1호기	40	106	87	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 설계기준초과 지진해일 평가결과 적절성 확인 제시 ▶ 중대사고 분석의 가정사항에 대한 확인
한울1호기	34	88	82	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 동일본 대지진의 영향에 대한 검토결과 제시 ▶ 주민예상피폭선량 평가방법론의 유효성 확인
월성2호기	50	118	-	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 읍천단층 및 방폐장단층의 지진특성 평가자료 제시 ▶ 타부지 지원 인력 및 장비의 적합성 확인

3

차이분석 평가결과

3.1 차이분석 개요

3.2 분야별 차이분석 결과

3.3 주요 질의답변 현황

3.1 차이분석 개요(1/2)

목 적

부지별 노형별 특성을 고려하여 대표원전을 선정하여 평가하고 유사원전은 부지별, 설비별 차이를 분석하여 차이 나는 사항을 평가함으로써 ST의 실효성 및 효율성 증대

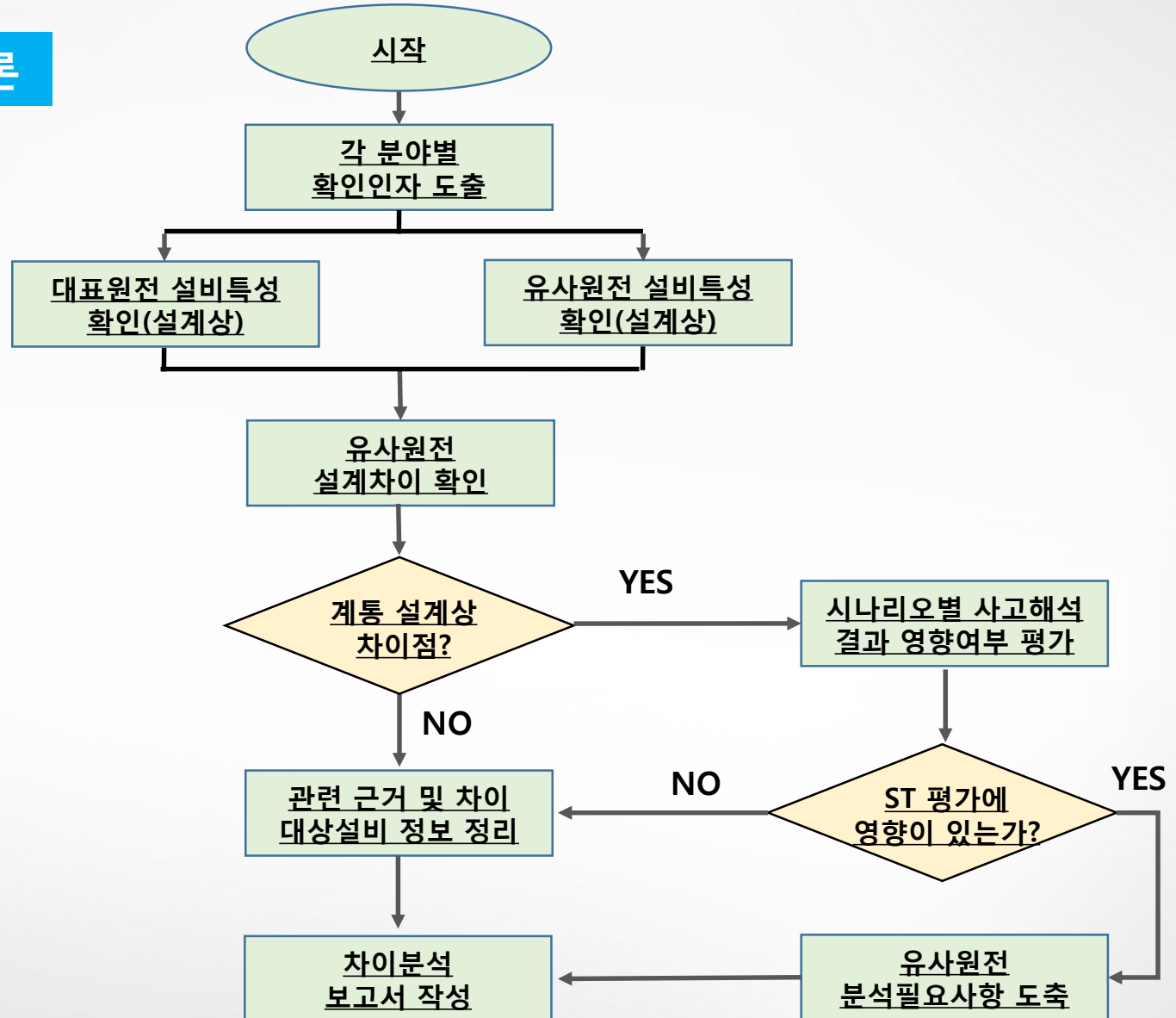
대 상 원 전

대표원전	차이분석 대상호기		노형
	대표원전 후속호기(5)	유사원전(12)	
고리2호기	-	-	WH(2-loop)
월성2호기	월성3,4호기	-	CANDU
한빛1호기	한빛2호기	고리3,4호기	WH(3-loop)
한울3호기	한울4호기	한빛3,4,5,6,한울5,6 신고리1,2,신월성1,2호기	OPR1000
한울1호기	한울2호기	-	FR

3,4,5,6분야만 대상이며 1,2분야는 발전소 고유부지와 설비특성을 분석하므로 차이분석 없이 모든 항목 평가

3.1 차이분석 개요(2/2)

차이분석 방법론



3.2 분야별 차이분석 결과

분야	차이점	2단계 추가평가 사항
3	보조급수펌프 제어방식 차이	직류전류 소모량 차이에 따른 축전지 용량평가
	원수저장탱크 용량 차이	2차측 수원 가용시간 평가
	보조급수펌프 형식 차이 (한빛2발)	구동방식차이(터빈/디젤)에 따른 제한사항 평가
4	외부주입 유량 및 감압시점 차이	차이점이 해석코드 분석결과에 미치는 영향 평가
5	타부지 지원	부지별 소외 접근성에 대한 평가
6	3,4,5분야 차이점으로 인한 사고 대응전략, 운전원 조치, 주요 자원의 차이	사고대응 전략, 운전원 조치의 적절성에 대한 평가

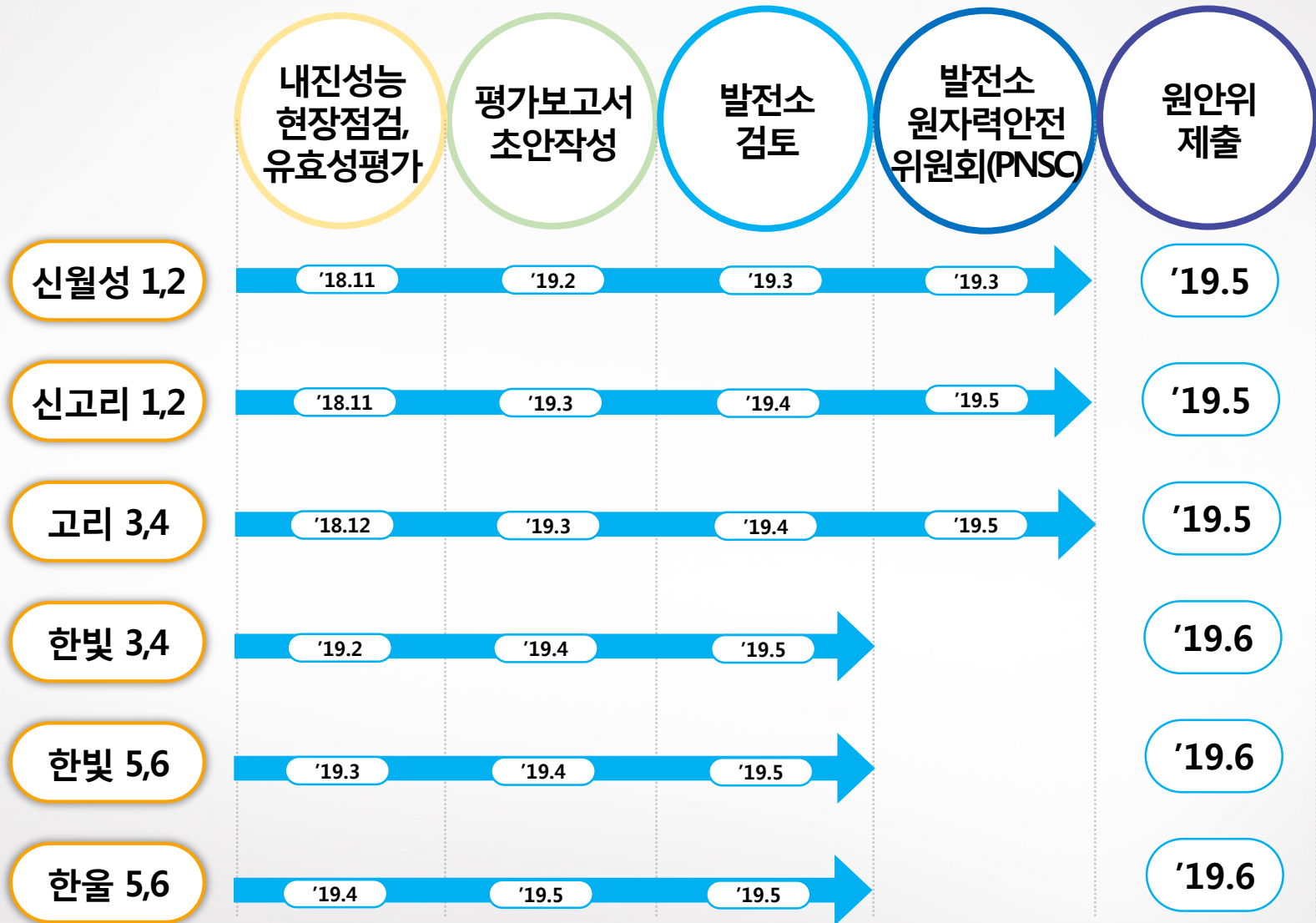
3.3 주요 질의답변 현황

질의유형	건수	주요 질의사항
원전별 설비 차이점	7	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 원수저장탱크 용량 차이에 따른 2차측 냉각한계시간 재평가 ▶ 필수대처기능 유지를 위한 주요/보조설비 적합성
분석결과 보완	8	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 운전원조치의 인적오류, 소요시간 분석결과 개정 ▶ 각 노형별 차이점 확인인자 분석결과 추가 및 보완
운영능력 분야	5	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 확인된 차이점에 대한 2단계 추가 유효성평가 상세계획 제시 ▶ 주민예상피폭선량 평가프로그램 운영능력에 대한 세부사항
차이점 분석	3	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 이동형발전차 연결단자함 설치 특성에 따른 차이점 분석 ▶ 비상대응시설 공용에 따른 차이점 분석
불일치 보완	4	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 차이분석보고서 본문과 표의 불일치사항 보완

4

유사원전 평가현황

유사원전 평가현황



5

부지별 자연재해 특성

지진 및 설계기준초과 해일

지진 및 설계기준초과 해일

지진

부지	설계기준지진(0.2g) 재현주기	재현주기 10,000년 지진동 규모
한울	12,000년	0.18g
한빛	9,500년	0.2g
고리	9,500년	0.21g
월성	3,300년	0.32g*

* 경주·포항지진을 반영 평가 결과

해일

부지	부지정지고 (+해안방벽)	가능최고해수위	
		설계기준초과 지진해일	설계기준초과 폭풍해일
한울	EL(+) 10m	EL(+) 9.081m	EL(+) 8.939m
한빛	EL(+) 10m	EL(+) 4.038m	EL(+) 6.982m
고리	EL(+) 10m	EL(+) 3.249m	EL(+) 8.3m
월성	EL(+) 12m	EL(+) 3.364m	EL(+) 8.324m

6

안전개선사항

6.1 사업자도출

6.2 규제기관 도출

6.1 사업자 도출 안전개선사항(15건)

분야	안전개선사항
1분야 (2건)	1. 9.12지진을 반영한 확률론적지진재해도 분석 추가 수행
	2. 설계기준초과 지진 발생시 영구사면 안정성 평가 및 침하 안전성 평가
2분야 (5건)	3. 내진 현장점검 결과 도출된 예외기기에 대한 후속조치
	4. ASME PRA Standard 2009를 활용한 SSC 내진성능 평가
	5. 가능최대강우 시 구조물의 홍수 방호조치
	6. 필수대처기능 상실 가능지역 화재방호설비 개선
	7. 소내 수동화재진압능력 개선
3분야 (4건)	8. 최종열제거원 복구를 위한 이동형고유량펌프 확보
	9. 사고대응 절차서 및 지침서 보완
	10. 선배치 이동형 발전기 확보
	11. 원자로냉각재펌프 밀봉회수배관 냉각재 누설을 방지 설계개선
4분야 (2건)	12. 사용후연료저장조 추가 비상살수수단 확보
	13. 격납건물 대체살수수단 확보
5분야 (1건)	14. 방사선비상계획 수행절차서 개정
6분야 (1건)	15. 운영기술능력개선 (사고대응전략, 설비, 절차서, 교육훈련, 조직/인력 보완)

6.2 규제기관 도출(한울3,4호기 25건)(1/2)

1,2 분야

분야	안전개선사항
1분야 (3건)	1. 경주 및 포항지진 고려한 확률론적 지진재해도 분석
	2. 설계기준 초과 지진 대비 이동형발전기 이동경로의 건전성 확보
	3. 설계기준 초과 지진 대비 안전관련구조물 하부지반 및 배후영구사면 안정성 확인
2분야 (7건)	4. ASME/ANS PRA Std. 2009에 따른 내진성능평가 및 차이분석
	5. 설계기준 초과 지진 대비 이동형발전기 통합보관고 내진성능 확보
	6. 내진현장점검 후속조치 이행
	7. 내진성능평가대상 기기 중 매입형 앵커볼트 정착기기의 내진성능값 유효성 재확인
	8. 지진발생 시 내진범주 I 소화수펌프 전원 확보방안 수립
	9. 가능최대강우 시 물리적 침수방호조치 절차수립·이행
	10. 설계기준 초과 강풍에 의한 안전관련 외 구조물 및 비산물의 영향평가

6.2 규제기관 도출(한울3,4호기 25건)(2/2)

3,4,5,6 분야

분야	안전개선사항
3분야 (2건)	11. 이동형 대체설비의 성능 등 상세설계 내용 확인
	12. 격실문 개방 조건에 대한 보조급수펌프 격실 온도 분석 수행
5분야 (5건)	13. 외부 지원계획에 따른 대응능력 추가확보 유효성 평가
	14. 위성통신의 생존성 평가 및 통신음영 최소화 방안 평가
	15. 추가확보 예정설비의 절차서 연계 적절성 평가
	16. 거주성 재확보를 위한 회복방안 결정기준 및 절차 수립
	17. 비상대응시설 내 요원의 내·외부피폭 대비능력 재확인
6분야 (8건)	18. 이동형발전기 연결시점 및 방법 등이 명시된 운영전략 및 절차 수립
	19. 이동형 대체설비 상세 실증평가, 운영계획 및 교육훈련 수립/이행
	20. 다중방어운영지침서 수립 및 기존 절차/지침과의 연계성 확보
	21. 주제어실, 비상기술지원실 및 현장 간의 의사소통능력 강화
	22. 지진 혹은 비상발령 시 현장운전원 대기 위치가 명시된 절차서 수립
	23. 이동형발전기 차고지 및 연결지점 조명기구류의 확보·관리방안 수립이행
	24. 다수호기 동시사고 대응능력 확보방안 구체화
	25. 다수호기 동시사고 대응능력 실증평가



7

성과평가 및 향후계획

7.1 성과평가

7.2 향후계획



7.1 성과평가

원전 극한자연재해 대응능력 향상

극한자연재해
특성평가

지진, 해일 등 원전
부지에서 발생가능한
설계기준초과
자연재해 수준 평가

사고관리계획서 반영

안전설비
개선

극한자연재해에 의한
원전의 구조물 계통
기기 건전성을 평가

생존성이 보장되지 않는
필수대처기기에 대한
설비개선

사고관리
전략 마련

장기교류전원상실(BAP)과
최종열제거원상실(LHS)
사고를 가정한 3단계
사고관리전략(MACST)을
수립 및 이를 검증

사고관리계획서에 반영

발전소
운영능력
강화

기존 훈련프로그램에 없던
극한자연재해 시나리오를
적용한 인간공학 유효성
평가를 통해 발전소
사고대응조직의
발전소 운영능력을 강화

대국민
신뢰도
향상

모든 스트레스테스트
수행보고서와 질의답변
내용 인터넷을 통해
공개

국제기관(AEA)의
3자검증을 통한
객관성 확보

7.2 향후계획

전 원전 스트레스테스트 수행 보고서 제출 완료('19.6)

스트레스테스트 질의답변 완료('19.12)

안전개선사항 이행계획에 따라 설비개선 등 수행

Q & A

