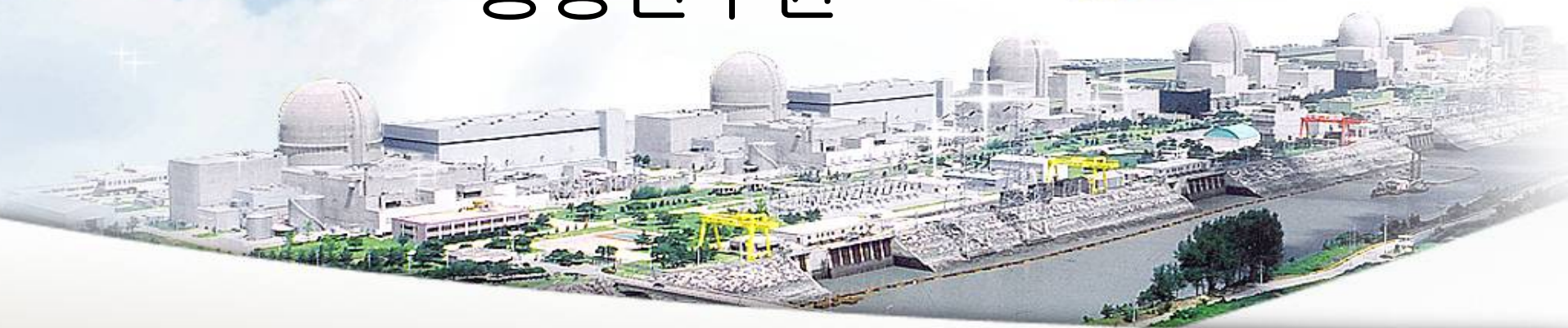


가동원전 스트레스테스트 수행현황과 개선방안

2018.10.24

중앙연구원



목 차

I. 대표원전 ST 실적

II. 잔여원전 ST 수행계획

III. IAEA 독립검증 수검결과

I . 대표원전 ST 실적

1. 고리2,한빛1,2,한울1,2 평가결과
2. 한울3,4 ST 검증진행현황
3. GAP분석 평가결과

대표원전 ST 실적 (2018년)

대 상		2017				2018				주 요 실 적
		1	2	3	4	1	2	3	4	
1단계 (위탁+자체)	고리 2	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 보고서 원안위 제출(8월말)
	한울 3,4	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 1,2차 질의답변 수행('17.11~'18.9) ○ IAEA 독립검증 수검(9월)
	월성 2,3,4	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 평가수행중(12월말 제출예정)
	한빛 1,2	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 보고서 원안위제출(8월말)
	한울 1,2	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 보고서 원안위제출 예정(10월말)
	차이분석	[Progress Bar]				[Progress Bar]				○ 방법론 질의답변 2회수행 ○ 한울5,6/한빛3,4,5,6/신고리1,2/ 신월성1,2차이분석보고서 제출(8월말) ○ 고리3,4 차이분석보고서 제출(8월말)

1. 고리2호기, 한빛1,2호기, 한울1,2호기 ST 평가결과

1,2분야 평가결과 요약

원전	1분야 설계기준 초과 극한자연재해의 특성	2분야 극한자연재해에 대한 SSC 건전성
설계기준 초과 지진		
고리 2	<ul style="list-style-type: none"> □ 설계기준지진(0.2g) 재래주기 : 약 9,500년 □ 0.3g 규모 지진 재래주기 : 약 27,100년 □ 만년 빈도 지진 규모 : 약 0.21g ☞ 설계기준지진 수준 타당 	<ul style="list-style-type: none"> □ 내진성능평가결과 모든 안전관련 구조물 HCLPF 0.5g이상 □ 필수 대처기능을 수행하는 모든 기기 HCLPF 0.3g 이상 □ Easy-fix 사항 약 40건 도출 및 보강 □ 지진화재에 의한 필수대처기능 상실가능지역 30개소 화재방호설비 개선 ☞ 설계기준 초과 지진에 대한 SSC 건전성 확보
한빛 1,2	<ul style="list-style-type: none"> □ 설계기준지진(0.2g) 재래주기 : 약 9,500년 □ 0.3g 규모 지진 재래주기 : 약 32,000년 □ 만년 빈도 지진 규모 : 약 0.2g ☞ 설계기준지진 수준 타당 	<ul style="list-style-type: none"> □ 내진성능평가결과 모든 안전관련 구조물 HCLPF 0.5g이상 □ 필수 대처기능을 수행하는 모든 기기 HCLPF 0.3g 이상 □ Easy-fix 사항 약 18건 도출 및 보강 □ 지진화재에 의한 필수대처기능 상실가능지역 28개소 화재방호설비 개선 ☞ 설계기준 초과 지진에 대한 SSC 건전성 확보
한울 1,2	<ul style="list-style-type: none"> □ 설계기준지진(0.2g) 재래주기 : 약 12,000년 □ 0.3g 규모 지진 재래주기 : 약 31,500년 □ 만년 빈도 지진 규모 : 약 0.18g ☞ 설계기준지진 수준 타당 	<ul style="list-style-type: none"> □ 내진성능평가결과 모든 안전관련 구조물 HCLPF 0.5g이상 □ 필수 대처기능을 수행하는 모든 기기 HCLPF 0.3g 이상 □ Easy-fix 사항 약 18건 도출 및 보강 □ 지진화재에 의한 필수대처기능 상실가능지역 14개소 화재방호설비 개선 ☞ 설계기준 초과 지진에 대한 SSC 건전성 확보

1,2분야 평가결과 요약

원전	1분야 설계기준 초과 극한자연재해의 특성	2분야 극한자연재해에 대한 SSC 건전성
설계기준 초과 지진해일 및 폭풍해일		
고리 2	<input type="checkbox"/> 지진해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 3.00m 내외 <input type="checkbox"/> 폭풍해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 8.66m 내외	<input type="checkbox"/> 발전소 해안방벽 : EL[+] 10.0m <input checked="" type="checkbox"/> 설계기준 지진해일 및 폭풍해일에 대한 홍수영향 없음
한빛 1,2	<input type="checkbox"/> 지진해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 4.04m 내외 <input type="checkbox"/> 폭풍해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 6.98m 내외	<input type="checkbox"/> 발전소 부지정지고 : EL[+] 10.0m 이상 <input checked="" type="checkbox"/> 설계기준 지진해일 및 폭풍해일에 대한 홍수영향 없음
한울 1,2	<input type="checkbox"/> 지진해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 9.17m 내외 <input type="checkbox"/> 폭풍해일 가능최고해수위 : 약 EL[+] 8.94m 내외	<input type="checkbox"/> 발전소 부지정지고 : EL[+] 10.0m 이상 <input checked="" type="checkbox"/> 설계기준 지진해일 및 폭풍해일에 대한 홍수영향 없음

1,2분야 평가결과 요약

원전	1분야 설계기준 초과 극한자연재해의 특성	2분야 극한자연재해에 대한 SSC 건전성
가능최대강우에 의한 침수		
고리 2	<div>□ 가능최대강우량(지속시간 1시간 PMP) : 229mm</div> <div>※ 설계기준초과 강우량 : 가능최대강우량의 1.5배</div>	<div>□ 침수심이 구조물 출입구보다 높아 침수 발생</div> <div>☞ 침수 대비하여 방수문 설치예정</div>
한빛 1,2	□ 가능최대강우량(지속시간 1시간 PMP) : 240mm	
한울 1,2	□ 가능최대강우량(지속시간 1시간 PMP) : 162mm	

SSC : Structures, Systems, Components PMP : Probable Maximum Precipitation

3,4,5,6분야 평가결과 요약

평가분야	고리2호기	한빛1,2호기	한울1,2호기
3분야 안전기능상실 대응 능력	<input type="checkbox"/> 극한자연재해 시 필수대처기능 유지 및 복구를 위한 설비의 기기가용성 평가 <input type="checkbox"/> 전원상실(ELAP) 및 최종열제거원상실(LUHS) 시 발전소 대응능력 평가 <input checked="" type="checkbox"/> 극한자연재해 조건에서 발전소의 대응조치를 통해 안전하게 정지할 수 있음을 확인		
4분야 중대사고 관리능력	<input type="checkbox"/> 지진 등 극한자연재해 상황을 고려하여 중대사고 발생 시 대처가 가능한지 평가 <input checked="" type="checkbox"/> 설계기준초과 지진과 전원상실에서도 격납건물 건전성 및 SFP 냉각상실 관리능력 등 중대사고 대처능력 확보됨		
5분야 방재 및 비상대응능력	<input type="checkbox"/> 비상대응 능력, 적절한 비상대응 판단, 비상대응시설의 거주성 확보 측면에서의 사고대응조치 및 주민 보호능력 확보 수준을 평가 <input checked="" type="checkbox"/> 주민예상피폭선량평가 능력, 인력 방호조치, 타부지 인력 및 장비 접근성 등이 적절하게 확보됨		
6분야 운영기술능력	<input type="checkbox"/> 각 분야별 연계사항을 고려하여 사고대응을 위해 수립된 대응전략 및 이행가능성을 확인 <input type="checkbox"/> 각 발전소별 4개 운전조에 대한 사전점검, 유효성평가(3회)를 통한 인간공학 유효성평가 시행 <input checked="" type="checkbox"/> 사고대응전략, 운전원조치 등 인간공학적 측면에서 유효성평가결과 모두 가용한 것으로 평가		

ELAP : Extended Loss of AC Power, LUHS : Loss of Ultimate Heat Sink

안전 개선사항

분야	고리2, 한빛1,2, 한울1,2(12건)
1	① 9.12 지진을 반영한 확률론적지진재해도(PSHA)분석 추가 수행
2	② 내진 현장점검 후속조치 수행 ③ ASME Std. 2009를 활용한 SSC 내진성능 확인 ④ 가능최대강우 시 구조물의 홍수 방호조치 ⑤ 필수대처기능 상실지역 화재방호설비 개선
3	⑥ 고유량 이동형펌프 확보 ⑦ 480V 소용량 이동형발전기 확보 ⑧ 축전지 비상충전 수단 확보
4	⑨ 사용후연료저장조 비상살수기능 확보 ⑩ 격납건물 대체살수기능 확보
5	⑪ 방사선비상계획 수행절차서 보완
6	⑫ 극한재해 시 발전소 운영능력 제고

※ 고리2호기 4분야 “노심냉각기능 제고를 위한 감압성능 개선” 추가 도출

2. 한울 3,4호기 ST 검증진행현황

한울 3,4호기 ST 검증진행현황

ST 검증진행현황

운영기술능력분야 현장점검('18.3)	이동형발전차 이동경로 잠재적 재해요소 확인필요 등 개선 및 확인필요사항 22건 도출
종합 현장점검 수행('18.5)	이동형설비 통합보관고 상세 설계 확정 후 적절성에 대한 추가 확인필요 등 개선 및 확인 필요사항 16건 도출
1차 질의 ('18.7)	경주지진을 반영한 확률론적 지진재해도 분석보고서 제출 등 101건 질의 답변
1차 보완 질의 ('18.8)	내진성능평가 대상기기 선정 적절성 등 106건 질의 답변
2차 질의 ('18.9)	다수호기 동시사고 고려 시 사고대응전략의 적절성 평가 등 63건 질의 답변

3. GAP 분석 평가결과

GAP분석 평가결과

◆ GAP분석 적용 대상원전

- 대표원전 : [WH 한빛1호기), [OPR1000 한울3호기)
- 잔여원전 : [WH 한빛2/고리], [OPR1000 한울4,5,6/한빛3,4,5,6/신고리1,2/신월성1,2]
- 2단계 주요 평가필요사항

분야	주요내용
3	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부하차이에 따른 축전지 가용시간 평가(공통) ○ 보조급수 구동방식 차이에 따른 한계사항 평가(한빛3,4) ○ 1,2차측 수원용량 차이에 따른 수원 가용시간 평가(공통)
4	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1,2차측 외부주입유로 주입유량 및 감압시점 차이에 따른 코드해석 필요(공통)
5	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부지 차이에 따른 소외접근성 평가 후 타부지 지원 등 방재능력 평가(공통)
6	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3,4,5분야 차이점에 따라 인간공학 유효성평가 필요(공통) → 실증평가(신고리1,신월성1,한빛3,고리3), Table Top평가(한빛5,한울5)

II. 잔여원전 ST 수행계획

잔여원전 ST 수행계획

대 상		2018							2019						비 고	
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
2단계 (자체)	고리 3,4															
	신고리 1,2															
	신월성 1,2															
	한빛 3,4															
	한빛 5,6															
	한울 5,6															

III. IAEA 독립검증 수검결과

IAEA 독립검증 개요

□ (검증대상) 한울 3호기 스트레스테스트 수행보고서

□ (검증기간) '18.9.4(화) ~ 9.10(월), 7일간

* IAEA 검증단 자체 서류검증('18.8, IAEA 본부) 수행

□ (검증장소) 한울본부 별관(서류검증 및 인터뷰) / 한울 3호기(현장점검)

□ (검증내용)

○ 극한 자연재해에 대한 한울 3호기 스트레스테스트 평가결과의 적절성

○ 스트레스테스트 보고서 내용과 IAEA 안전기준 등과의 일치 여부 등

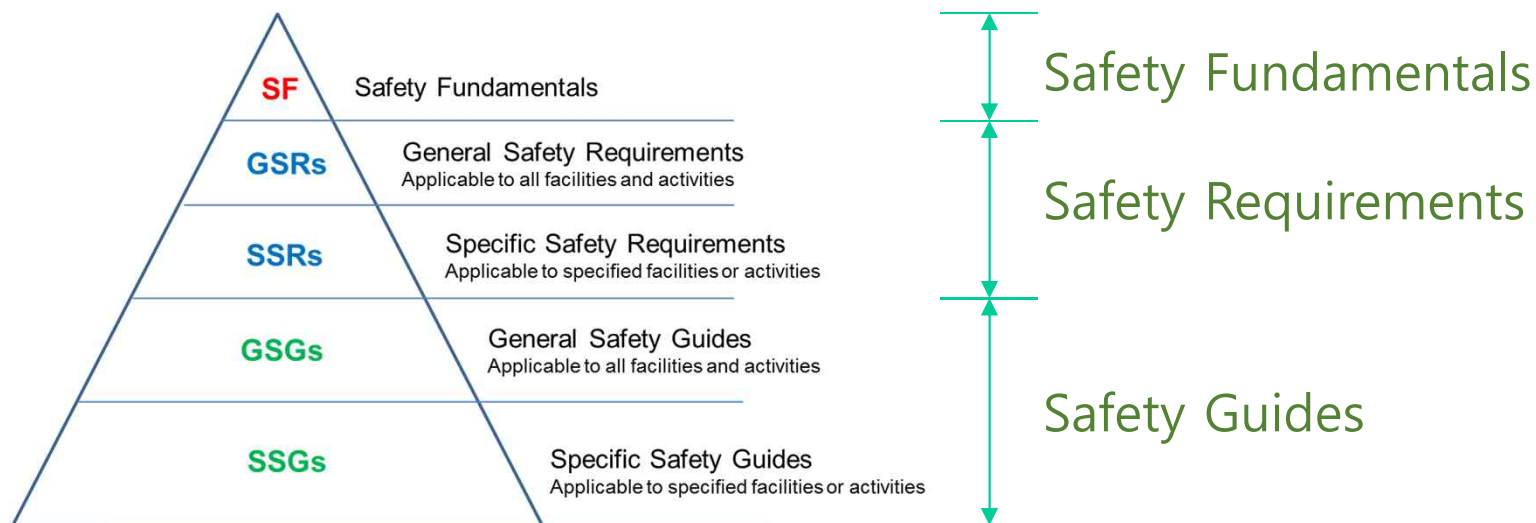
□ (결과활용)

○ KINS 검증단 검증결과와 비교 검토 및 후속호기 검증에 활용

IAEA 독립검증 결과

- 권고사항(Recommendation), 제안사항(Suggestion) 0건 도출
- 조언사항(Advice) 16건 도출, 우수사례(Good Practice) 4건 도출

- ✓ **Recommendation** : IAEA Safety Requirements와 불일치 하는 이슈
- ✓ **Suggestion** : IAEA Safety Guides와 불일치 하는 이슈
- ✓ **Advice** : IAEA Safety Standards와 관련 없는 이슈



IAEA Safety Standards

분야별 검증결과

분야	구분	주요내용(조언사항 16건, 우수사례 4건)
1	조언 사항	○ 재해 식별 과정을 보다 체계적으로 보고서에 기술 등 2건
	우수 사례	○ PSR을 통한 최신 PSHA 및 S-PSA 결과를 ST에 반영 등 2건
2	조언 사항	○ 송전탑 붕괴 시 이동형 발전차 도로접근성 영향여부 평가 등 2건
3	조언 사항	○ 충전펌프 룸 등 격실온도 거동분석 결과 보고서에 기술 등 7건
	우수 사례	○ 운전원 조치 가용시간을 분석하여 사고대응전략에 대한 신뢰도를 높임 1건
4	조언 사항	○ 원자로용기 파손 이후 이동형설비 전략 등의 유효성 확인 필요 등 4건
5	조언 사항	○ 다수기 동시사고를 포괄하는 시나리오에 대한 소내 방사선 환경 평가 필요 1건
6	우수 사례	○ 사고 상황을 가정한 인간공학 유효성평가가 체계적으로 이루어졌음 1건

PSR : Periodic Safety Review, PSHA : Probabilistic Seismic Hazard Analysis

S-PSA : Seismic-Probabilistic Safety Analysis

감사합니다

