



2017년도 원자력학회 추계학술발표회 워크숍

“사고관리계획서 개발 및 스트레스테스트 수행현황”

2017. 10. 25(수) / 경주 현대호텔

# 스트레스테스트 검증현황 및 계획

2017. 10. 25

**이 성년**

한국원자력안전기술원

스트레스테스트APM

(grown@kins.re.kr)





서 언

가동원전 Stress Test 추진계획

Stress Test 검증절차

결 언



# 서 언

스트레스테스트 추진이력

전원전 스트레스테스트 배경



## • 스트레스테스트 추진이력

- 2013.04.30** 노후원전 스트레스테스트 수행지침 수립
- 2013.07.12** 월성1호기 스트레스테스트 평가완료
- 2013.12.20** 고리1호기 스트레스테스트 평가완료
- 2014.12.12** 월성1호기 스트레스테스트 검증완료
- 2015.09.24** 스트레스테스트 전원전 확대 의결(45회 원안위)
- 2015.12.30** 고리1호기 스트레스테스트 검증완료
- 2016.10.27** 가동원전 스트레스테스트 세부시행계획 보고(60회 원안위)
  - 세부 시행계획 및 수행지침 개발 완료
- 2017.07.11** 가동원전 스트레스테스트 수행계획 검토 및 확정
- 2017.10.31** 가동원전 스트레스테스트 검증지침 발간
  - 검증지침(안) 개발(7.24), 의견수렴, 최종본 발간(10.31)

## • 전 원전 스트레스테스트 배경

### 제45회 원자력안전위원회 의결(2015.9.24)

- “월성1호기 및 고리1호기 대상으로 추진해온 스트레스테스트를 전 원전으로 확대하여 극한 자연재해에 대한 국내 가동중인 전 원전 안전성 제고”

원자로형*	고리	월성	한울	한빛	계
WH(2-loop)	2 (1 · 2)				2
CANDU		4 (1~4)			4
WH(3-loop) / Framatom	2 (3 · 4)		2 (1 · 2)	2 (1 · 2)	6
KSNP / CE / OPR1000	2 (신1 · 2)	2 (신1 · 2)	4 (3~6)	4 (3~6)	12
계	6	6	6	6	24

\* WH : Westing House, KSNP : Korea Standard Nuclear Power Plant, CE : Combustion Engineering, OPR : Optimized Power Reactor

### 제60회 원자력안전위원회에서 세부 추진계획 보고(2016.10.27)

- ✓ 스트레스테스트 세부일정(안): 2017~2020년 단계별, 원전별 평가 및 검증
- ✓ 투명성 확보방안: 지역주민협의(원자력안전협의회 정례회의, 피드백), 홈페이지 정보공개, 분야별 외부전문가 자문활용 등
- ✓ 스트레스테스트 수행지침(개정1): 노후원전 스트레스테스트 검증경험, 해외규제 대응사례, 중대사고관리계획서 기술기준 반영



# 추진계획

추진일정(안)

검증단의 구성

검증의 신뢰성 제고방안

스트레스테스트 수행지침 개정(요약)

- 추진 일정(안) : 사업자 평가 일정

※ 사업자보고서 접수 후 원칙적으로 6개월 이내 검증완료(서류검토기간 제외)

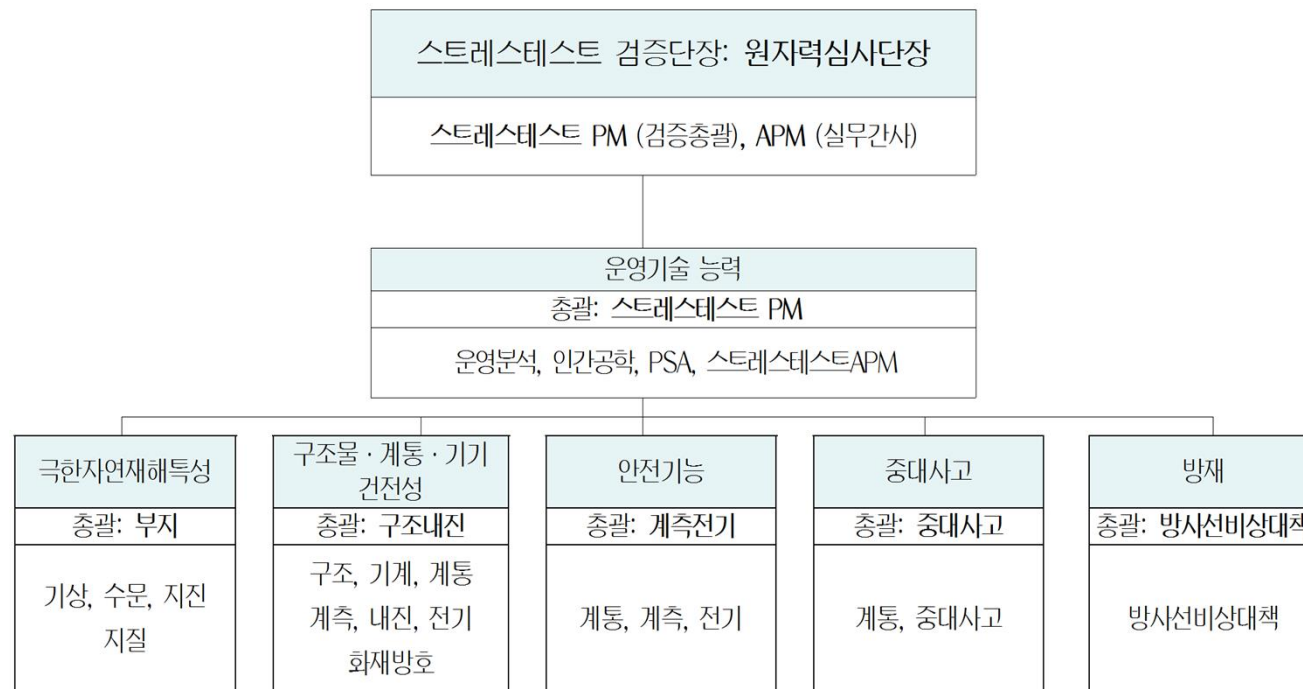
대 상		2016				2017				2018				2019				2020			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 단계	한울 3·4																				
	한빛 1·2																				
	고리 2																				
	월성 2·3·4																				
	한울 1·2																				
	차이분석(Gap Analysis)	방법론 개발								한울5,6 한빛3,4,5,6 차이분석								고리3,4 신고리1,2 신월성1,2 차이분석			
2 단계	고리 본부 (고리3·4, 신고리1,2)																				
	월성 본부 (신월성1,2)																				
	한빛 본부 (한빛3·4·5·6)																				
	한울 본부 (한울5·6)																				

## • 검증단의 구성

규제전문기관인 **KINS의 규제기술전문가**를 중심으로 검증단을 구성

- ✓ (총괄) 스트레스테스트 검증사업 관리
- ✓ (운영기술능력) 운영능력 측면에서 전문기술분야 검토 및 조정
- ✓ (전문기술분야) 전문 분야별 시나리오 및 대응능력 평가결과 검토, 현장확인 등

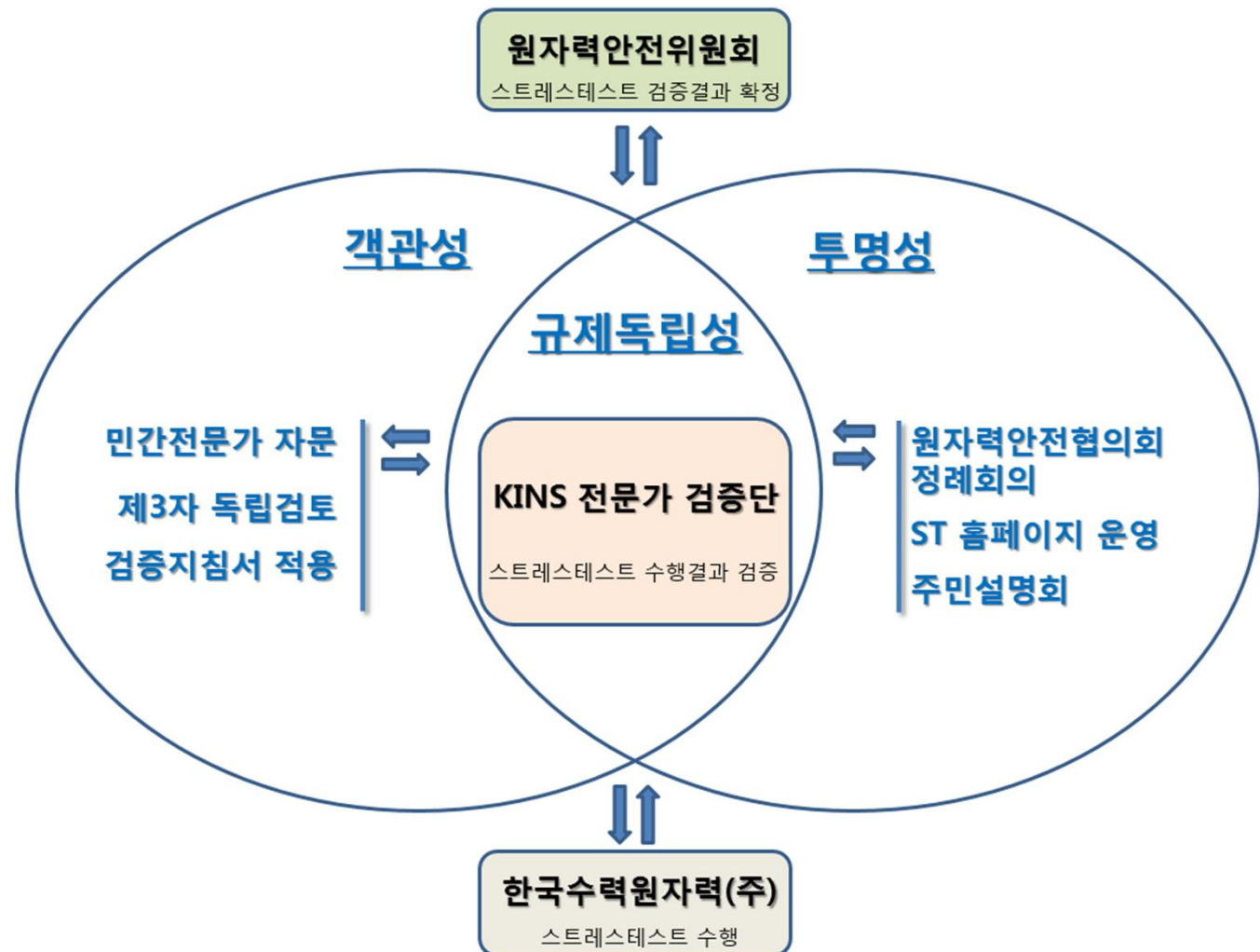
### KINS 스트레스테스트 검증단





## • 검증의 신뢰성 제고방안

검증의 기술적 객관성과 과정의 투명성 확보 이원화





## • 검증의 신뢰성 제고방안

### (객관성) 규제전문기관인 KINS의 독립적 검증 및 제3자 검토

- ✓ (독립적 검증) 규제기관 독립성에 관한 IAEA 안전지침의 취지가 훼손되지 않도록 규제기술전문기관인 KINS가 독립적으로 검증 수행

IAEA 일반안전지침-4 『규제기관의 외부전문가 활용』, 3.3절 “규제기관의 기술지원자(기관)는 기술적 지식, 평가결과 및 규제기준에 근거하여야 하며, 이해당사자 등 제3의 단체에 의해 상업적, 정치적 영향을 받거나 판단이 제한 받아서는 아니 된다”

- ✓ (검증지침서) 검증 기준을 명확히 하고 검증 참여자 간 일관성을 유지하기 위하여 검증 착수 전에 스트레스테스트 검증지침서 개발('17.7) 및 검증에 적용
- ✓ (외부전문가 자문) KINS 검증단은 분야별로 외부전문가를 활용하여 기술검토자문
- ✓ (제3자 검토) IAEA 등이 제공하는 검토서비스를 활용하여 Peer-review 추진

※ 최초 검증 대상(한울3)으로 제3자검토 수행 후 개선사항사항 피드백 등



## • 검증의 신뢰성 제고방안

(투명성) 검증과정과 결과를 **정보공개, 의견청취, 피드백** 등을 통하여 투명하게 공개하고 **비전문가 및 이해관계자의 소통 창구** 제공

✓ (정보공개) 신속하고 정확한 정보공개를 통하여 투명성 확보

- 원자력안전정보공개센터([nsic.nssc.go.kr](http://nsic.nssc.go.kr))에 검증현황 정보 수시 공개
- 사업자보고서, 질의/답변, 현장점검결과, 주요회의결과, 검증보고서 등 공개
- 홈페이지 **Q&A**를 통하여 국민의 이해 증진 노력

✓ (의견교환) 공식 조직인 원자력안전협의회가 검증활동의 **절차적 정당성** 확인

- KINS 검증단이 **정례회의**를 통하여 검증현황 및 기술현안을 설명
- 회의에서 논의된 사항에 대한 조치결과를 차기 회의 시 **피드백**
- 요청에 따라 주민보고회 등을 통하여 검증결과(안)에 대한 **설명회 개최**



## • 스트레스 테스트 수행지침 개정(요약)

### 노후원전 스트레스 테스트 검증경험 반영

- ✓ 운영능력에 관한 평가항목 및 기준 강화(6분야 신설)
- ✓ 평가/검증 현안 및 주요 안전개선사항 등은 해외 규제사례 등을 참고하여 지침에 구체화: 축전지 8시간 가용, 이동형발전기 성능목표, 다수호기사고 대비 호기별 대응설비/인력 확보 등
- ✓ 평가대상/범위 구체화, 용어사용의 일관성 보완 등

### 사고관리계획서와의 일관성 검토결과 반영

- ✓ 지진, 해일 등 재해별 SSC 안전성→ 재해특성평가와 SSC 건전성 평가로 재분류
- ✓ 부지에서 발생 가능한 모든 자연재해 정의 후 안전성 영향을 주는 재해 정밀평가
- ✓ 절차서-지침서 간 불일치항목 연계성 검토에 관한 사항 구체화(6분야)
- ✓ 운전원, 비상대응인력의 교육훈련에 관한 사항 포함(6분야)

# • 스트레스 테스트 수행지침 개정(요약)

## ST 수행 절차 및 지침 변경사항: 노후원전 vs. 가동원전

	노후원전스트레스테스트(13 ~ '15)	가동원전스트레스테스트(16 ~ '20)
수행목적	노후원전의 계속운전 인허가와 연계	극한 자연재해 대응능력 확인을 통한 안전성 증진
평가기준	① 재현주기 10,000년 수준의 자연재해 ② 지진의 경우 0.3g 적용	① 재현주기 10,000년 수준의 자연재해 ② 지진의 경우 최소 0.3g 적용(경주지진 영향 고려) ③ 국지강우에 의한 홍수의 경우 설계기준의 15배 적용
평가항목	① 지진, 홍수 등 외부 자연재해(내부 침수 및 광역화재 등 2차 재해 포함) ② 자연재해에 대한 중요 안전 구조물·기기·설비 및 안전기능 대응능력 ③ 중대사고 및 방사선비상 대응능력 ④ 운영기술 및 인적 대응능력	<b>평가항목은 기본적으로 동일하며, 내용면에서 다음과 관련하여 검증·경험 반영·개선</b> - 서류적합성검토 시 선행 스트레스 테스트 검증결과(안전개선사항 등) 반영여부 점검 - 평가기준 구체화(예, 불확실성 고려 축전지 성능 최소 8시간, 이동형 발전기 성능 목표 기준 포함, 호기별 독자적 대체설비 확보 등) - 운영기술 능력 평가를 6분야에 통합·재정비 - 용어 명확화(홍수/침수 ⇒ 홍수, 사용후연료 ⇒ 사용후핵연료 등) - 사고관리계획서와의 연계성 검토 결과 반영(재해평가와 SSCs 건전성 평가로 구분, 부지고유 자연재해 전체 기술 등)

# 스트레스테스트 검증 절차

단계별 검증

서류적합성 검토

스트레스테스트 본검증

검증 후속조치



## • 단계별 검증

(단계별 검증) 대표원전과 유사노형원전에 대해 2단계로 분리 평가/검증

### ✓ 1단계 검증

- 고리2호기(W/H형(2-loop)), 한빛1호기(W/H형(3-loop)), 한국표준형(한울3호기), 월성2호기(CANDU형)

※ 한울1호기(프라마툼)의 경우 W/H(3-loop)형에 속하나, 사업자는 설계특성을 고려하여 1단계로 평가

### ✓ 차이분석 검증

- ✓ 차이분석 방법론 및 차이분석 결과의 적절성

### ✓ 2단계 검증

- 노형별 그룹에 속하는 원전의 차이점에 대하여 평가/검증
- 고리, 월성, 한울, 한빛 부지 순으로 평가 및 검증 추진



## • 서류적합성 검토

(검토대상) 스트레스테스트 수행보고서, 선행 안전개선조치 반영 점검표

- ✓ 스트레스테스트 수행보고서에 기술된 항목
  - 일반사항: 원전 일반현황, 설계특성, 부지고유특성, 품질관리(자체평가 조직, 활동, 방법, 결과물 등), 기타 스트레스테스트 자체평가 수행에 관한 사항
  - 분야별평가결과: 설계초과 자연재해, SSC 취약성, 안전기능, 중대 사고, 방재 및 비상대응, 운영기술능력
- ✓ 선행 안전개선조치 반영여부 점검표
  - 후쿠시마 후속조치, 선행 스트레스테스트 검증결과 및 안전개선 사항, 사업자 자체평가를 통한 안전개선조치, 가동원전 핵심설비 내진능력 정밀평가(대형지진에 대비한 원자력시설 안전 개선대책 2-2) 후속조치)

서류적합성검토 완료 후 검증계획서를 위원회에 제출하고 본 검증 착수





## • 스트레스테스트 본검증

(검증대상) 스트레스테스트 수행보고서, 선행 안전개선조치 반영 점검표

✓ 사업자 자체평가 활동의 타당성 검토

- 평가자의 자격(원전 운영·관리자, 경험이 풍부한 전문가, 설계자)
- 자체평가의 품질관리

✓ 사업자 수행보고서의 내용적 타당성 검토

- 공신력 있는 최근의 자료와 검증된 최적의 방법
- 고유의 특성(부지 및 설계) 및 평가에서 제외된 항목의 근거
- 평가내용의 타당성(평가 과정, 방법, 결론 및 기술적 근거)
- 외부인적/물적자원의 실제 사고시 임무 수행 가능성(계약·위탁 피고용자, 소외 자원·인력·조직 등)
- 후쿠시마 후속조치 등 선행 안전개선조치 반영 내용



## • 스트레스테스트 본검증

(검증활동) 검증활동 및 검증보고서 작성에 관한 지침

### ✓ 검증활동에 관한 사항

- 본검증 기간은 6개월 이내 원칙(서류적합성검토기간 제외)
  - ※ 추가적인 검증기간이 필요한 경우 위원회의 사전 승인
- 질의답변: 종합질의 1회 및 보충질의 2회 이내 원칙
  - ※ 질의·답변 초안에 대하여 설명회 또는 실무회의를 통하여 취지 명확화
- 현장검증: 종합현장검증(1회) 및 분야별 현장검증(필요시)
  - 현장과 수행보고서와의 일치성, 시설물 등의 현장 보존 상태 등 확인
  - 비상대응시나리오의 실현가능성, 운영기술능력 등 시연 입회

### ✓ 안전개선사항 도출 및 검증보고서 작성

- ✓ 안전개선사항: 평가기준불만족, 입증자료미제출, 높은 불확실성 등
- ✓ 검증보고서: 검증내용, 발전소의 한계, 안전개선사항 등



## • 검증 후속조치

(안전개선사항의 관리) 안전개선사항 이행의 적절성 검토 및 관리

- ✓ 안전개선사항에 대한 사업자의 이행계획 검토 및 확정
- ✓ 안전개선사항 이행의 적절성 검토
  - 반기별 안전개선사항 종합 이행실적 보고서 검토
  - 안전개선사항별 이행과정의 확인(서류검토 및 현장확인 병행)
  - 안전개선사항별 이행결과보고서 확인 및 종결
- ✓ **전원전 스트레스테스트 후속조치 완료 확인 및 위원회 최종보고**

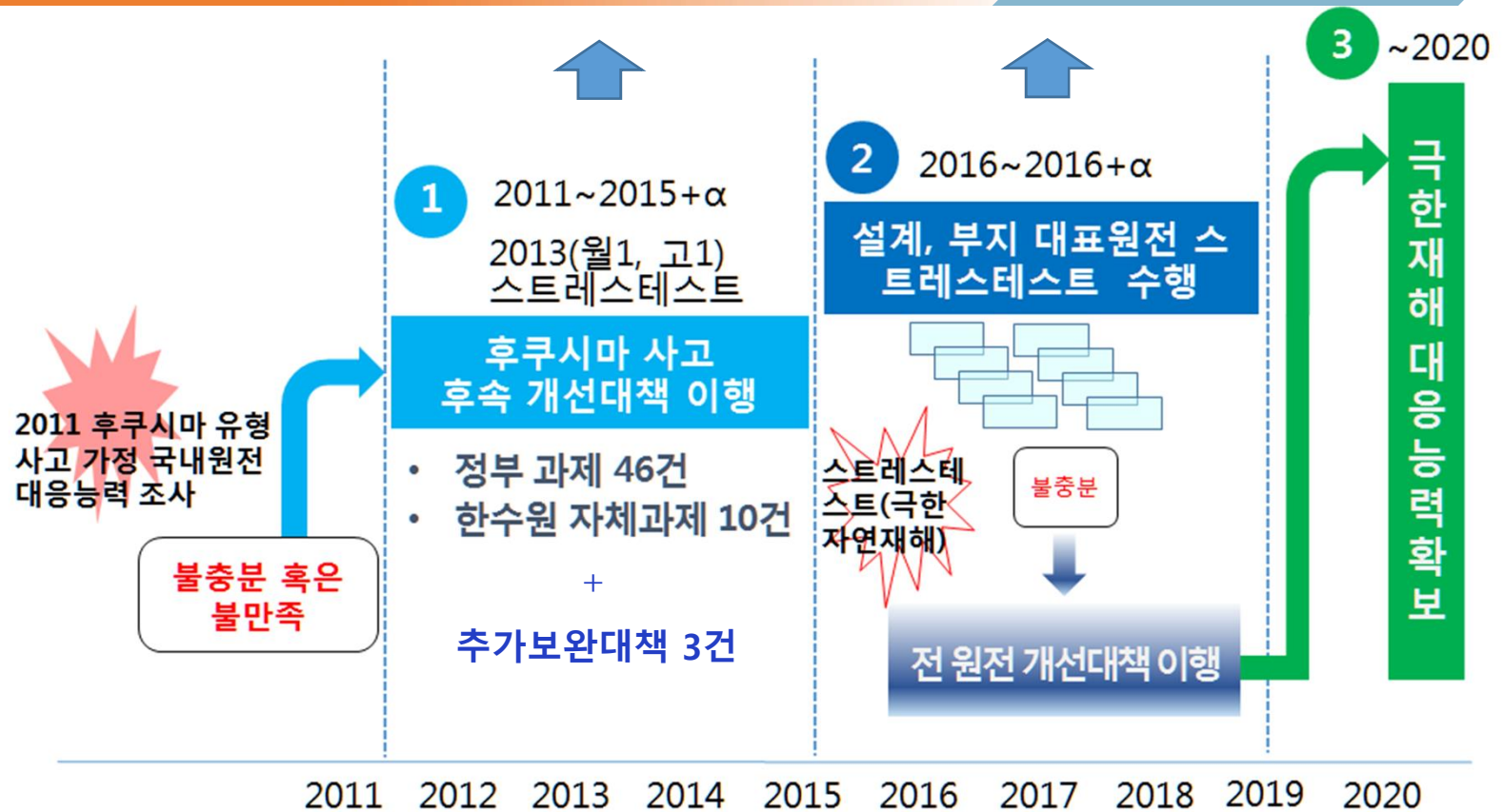
A decorative horizontal band featuring a repeating pattern of hexagons in light blue, light purple, and light grey. The text '결언' is centered within this band.

## 결언

## 향후 추진방향

중대사고정책성명

사고관리계획서



**감사합니다**

