국내 가동원전 Stress Test

IAEA 독립 검토 현황

2018. 10.

이현우

한국원자력안전기술원

스트레스테스트PM

(heanu@kins.re.kr)

배경

- 전 원전 Stress Test 시행: 제45회 원자력안전위원회 의결(2015.9.24)
  - "월성1호기 및 고리1호기 대상으로 추진해온 스트레스테스트를 전 원전으로 확대하여 극한 자연재해에 대한 국내 가동중인 전 원전 안전성 제고"

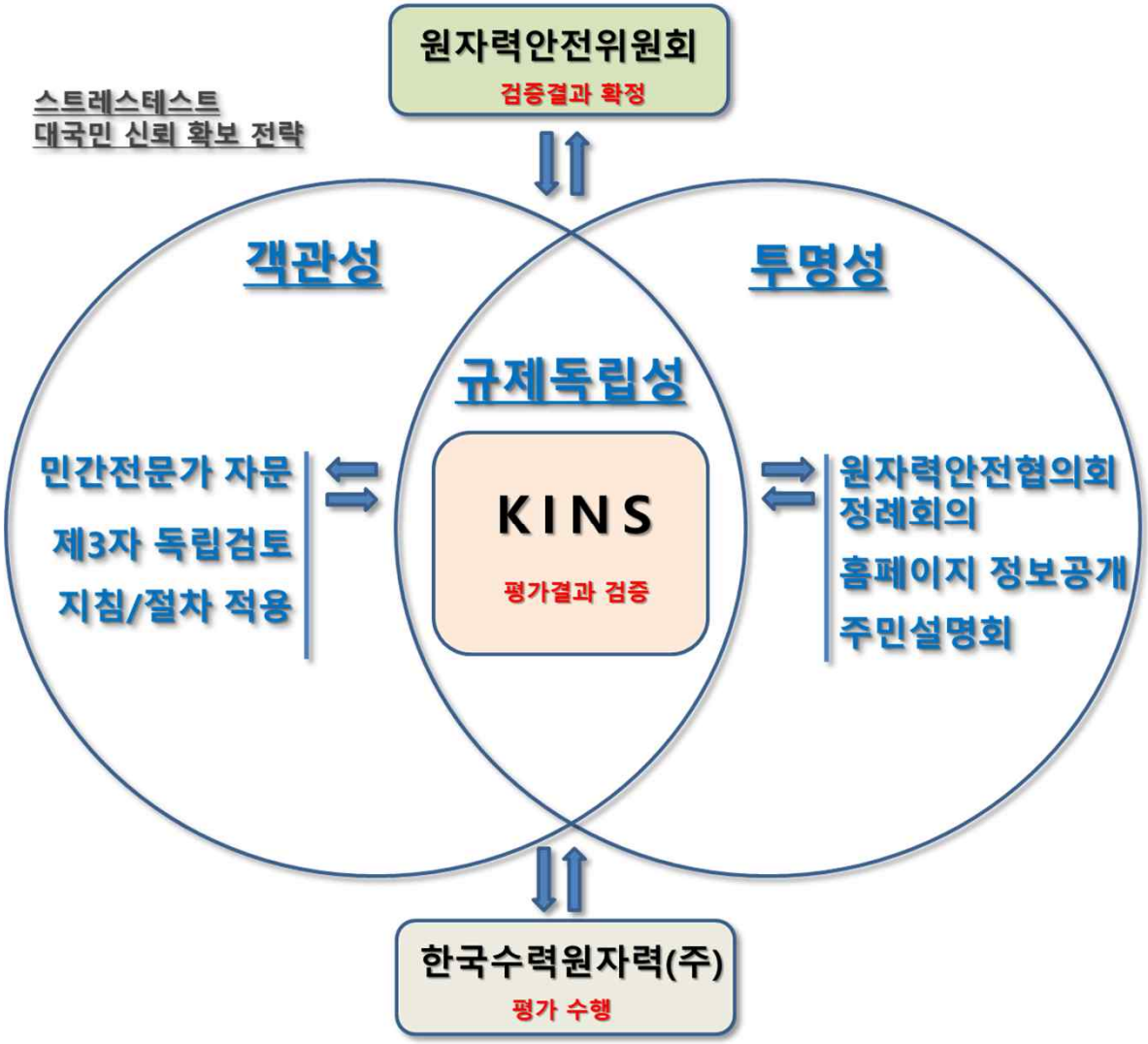
원자로형*	고리	월성	한울	한빛	계
WH(2-loop)	2 (1 · 2)				2
CANDU		4 (1~4)			4
WH(3-loop) / Framatom	2 (3 · 4)		2 (1 · 2)	2 (1 · 2)	6
KSNP / CE / OPR1000	2 (신1 · 2)	2 (신1 · 2)	4 (3~6)	4 (3~6)	12
계	6	6	6	6	24

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

- 세부 추진계획 확정: 제60회 원자력안전위원회 보고(2016.10.27)
  - 스트레스테스트 세부일정(안): 2017~2020년 단계별, 원전별 평가 및 검증
  - 투명성 확보방안: 지역주민협의, 홈페이지 정보공개, 외부전문가 자문활용 등
  - 스트레스테스트 수행지침 개정: 노후원전 스트레스테스트 검증경험, 해외규제대응 사례, 중대사고관리계획서 기술기준 등을 반영하여 수행지침(개정1) 발간

검증 신뢰성 증진 : 방향

- 대국민 신뢰 확보 전략 : 규제의 독립성, 기술적 객관성 및 과정의 투명성



검증 신뢰성 증진 : 현황

(객관성) KINS독립검증, 민간기술자문, 제3자 독립검토

- ✓ KINS 검증단 재정비 및 독립적으로 검증 수행('17.11~)
- ✓ 검증지침서 개발 : 초안 개발 및 의견수렴('17.8), 지침서 발간('17.10) 및 검증에 적용
- ✓ ST검증 기술자문을 위한 분야별 지역별 민간전문가 Pool 구성(현재 35인)
  - 한울3ST 수행보고서, 차이분석 방법론, 내진성능평가 적용방안 등 3건 기술자문
- ✓ 한울3호기 스트레스테스트 IAEA 제3자 독립검토('18.8~'18.9)

(투명성) 검증과정과 결과를 정보공개, 의견청취, 피드백

- ✓ NSIC 홈페이지 메인 화면에 '스트레스테스트 정보공개' 홈페이지 운영
  - 범위: 기본정보, 수행결과, 질의/답변, 현장점검결과, 주요회의결과, 검증결과, Q&A 등
- ✓ 지역 원자력안전협의회 참석 및 주요 현황 설명
- ✓ 대외 설명 안전규제정보회의, 열린소통포럼, 학회, 국제회의(IAEA, TRM) 발표 등

IAEA 독립검토 : 추진 이력

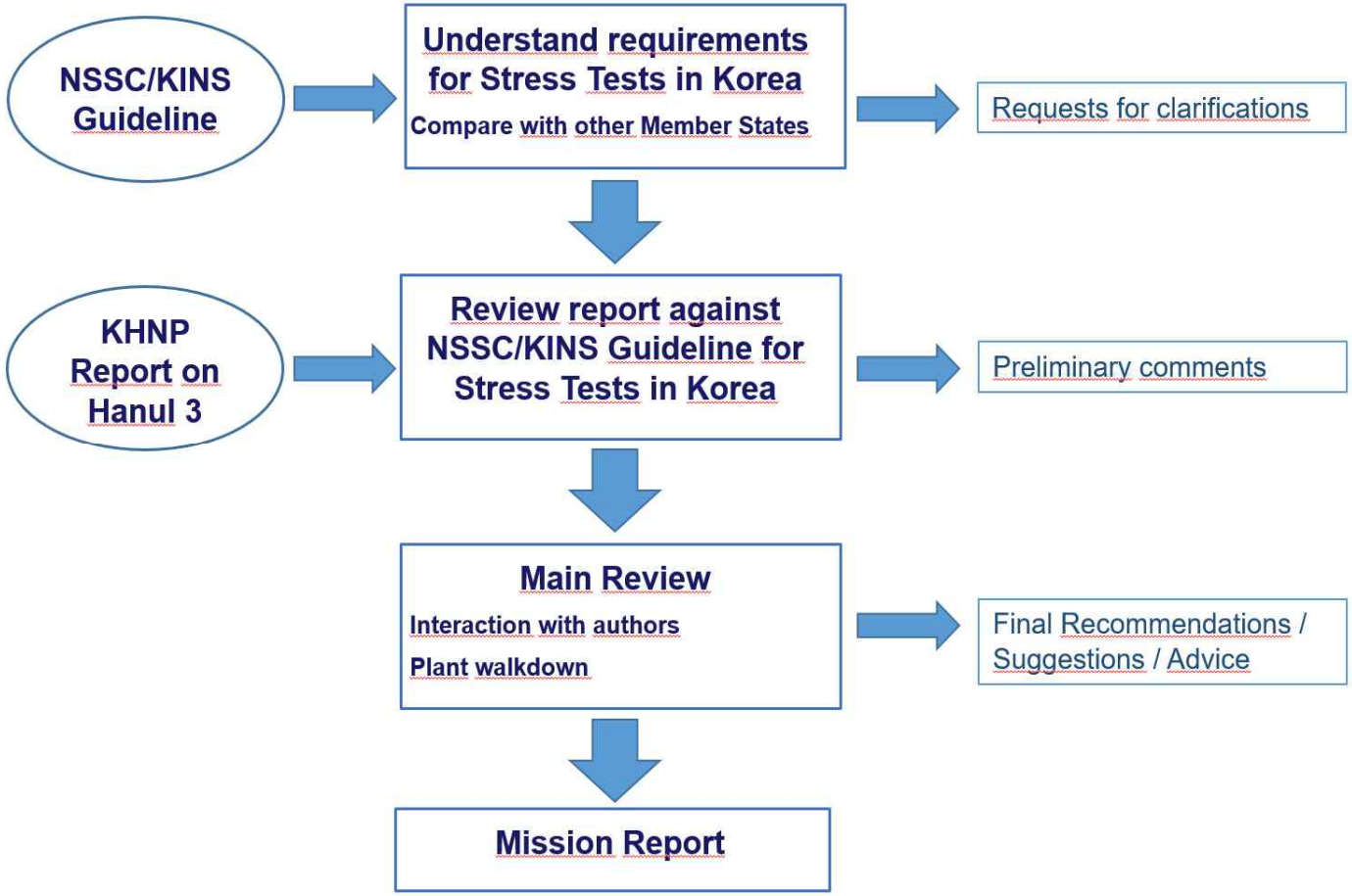
- ✓ KINS-IAEA 기술협력방안 협의('16.11, IAEA)
  - 참석: KINS STPM, IAEA NS DDG, NSNI DiD, OSSC DiD 등
  - 내용: IAEA 제3자 독립검토 추진방향 합의 및 실무 담당 지정(NSNI EESS)
- ✓ KINS-IAEA 실무코디 회의('17.11, KINS)
  - 참석: IAEA NSNI EESS Head, KINS STPM, APM, ST검증 참여자 등
  - 내용: 독립검토 범위, ToR 작성 방향, IAEA 안전기준 적용 등 협의
- ✓ KINS(KHNP)-IAEA 세부계획 협의 실무회의('18.4, IAEA)
  - 참석: KINS STPM, Advisor, KHNP/CRI 사고관리전략팀장 등, KEPCO-E&C staffs, IAEA NS DDG, NSNI DID, EESS Head, SAS Head 등
  - 내용: 한울3 ST 주요평가결과 발표·질의답변, IAEA독립검토 세부사항(검토분야, 점검단규모, 점검기준, 예산, 현장실사 방법·일정 등) 협의, 잠정합의 및 ToR 작성
- ✓ IAEA 독립검토 공식 요청('18.7.12) 및 수락('18.7.18)
  - KINS ⇔ 원안위 ⇔ 외교부 ⇔ IAEA주재 대사관 ⇔ IAEA
- ✓ IAEA 점검단 구성 및 서류검토('18.8)
- ✓ IAEA 점검단 현장실사('18.9.3~9.11)

IAEA 독립검토 : 개요

IAEA Technical Review Service Mission entitled the IAEA Advisory Safety Service on the Evaluation of vulnerabilities and the coping capabilities of the Hanul Unit 3 NPP against beyond design basis external event (BDBEE)

- ✓ **기간** '18년 8월 ~ 11월 (현장실사 : 9.3 ~ 9.11, 원안위 및 한울원전)
- ✓ **점검자** IAEA NSNI 포함, 외부재해, 취약도, 안전기능, 중대사고 5명*
  - * 루마니아(IAEA), 스페인(IAEA), 스페인(consult.), 슬로바키아(원전운영자), 프랑스(consult.)
- ✓ **수검자** 원안위/KINS(16), 한수원(37), 중앙연(15), 한기(12) 등 80여명
- ✓ **대상** ST 수행지침, 한울 3호기 ST 수행보고서, 기타 근거자료 등
- ✓ **기준** IAEA 안전기준, 지침 및 기타 기술문서
- ✓ **활동** 서면검토, 착수회의, 사전질의, 현장실사, 종결회의, 결과 제출

IAEA 독립검토 : 절차


NSSC/KINS Guideline
Understand requirements for Stress Tests in Korea
Compare with other Member States
Requests for clarifications
KHNP Report on Hanul 3
Review report against NSSC/KINS Guideline for Stress Tests in Korea
Preliminary comments
Main Review
Interaction with authors
Plant walkdown
Final Recommendations / Suggestions / Advice
Mission Report

IAEA 독립검토 : 참고자료

✓ IAEA 검토대상 서류

- Stress Test Guidelines (2016, NSSC/KINS)
- Executive Summary of the Stress Test Analysis Report of Hanul Unit 3 (2018, KHNP)
- Stress Test Analysis Report of Hanul Unit 3 NPP (2018, KHNP)

✓ IAEA 검토기준

- NS-R-3 Rev. 1 Safety Requirements for Site Evaluation for Nuclear Installations
- SSG-9 Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations
- SSG-18 Meteorological and Hydrological events in site evaluation of Nuclear Installations
- NS-G-3.6 Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants
- NS-G-1.5 External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants
- NS-G-1.6 Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants
- NS-G-2.13 Seismic Safety Evaluation of Existing Nuclear Installations
- SSR-2/1 Rev. 1 Safety of Nuclear Power Plants: Design
- GS-R part 4 Safety Assessment for Facilities and Activities – General Safety Requirements.
- SSG-3 Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants
- SSG-34 Design of Electrical Power Systems for NPPs.
- SSG-39 Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants
- NS-G-1.9 Design of the Reactor Coolant System and Associated systems in Nuclear Power Plants
- NS-G-1.10 Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants
- NS-G-1.4 Design of Fuel Handling and Storage Systems for Nuclear Power Plants
- NS-G-2.15 Severe Accident Management Programmes for Nuclear Power Plants
- NS-G-2.2 Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Nuclear Power Plants
- INSAG-10 Defence in Depth in Nuclear Safety
- Assessment of Vulnerabilities of Operating Nuclear Power Plants to Extreme External Events, TECDOC-1834

원하니 NEWS

IAEA 스트레스테스트 독립검증단 현장실사회의 개최

원안위는 오늘 대회의실에서
IAEA 독립 검증단과 'IAEA 스트레스테스트 독립검증단 현장 실사'
회의를 개최하였습니다.

IAEA 독립 검토

- **현장실사**
  - ✓ 착수회의 및 위원장 면담 (9.3/원안위)
    - IAEA독립검토 및 현장실사 계획 등 설명
  - ✓ IAEA-한수원 현장실사 설명회 (9.4/한울원전 본관)

  - ✓ 분야별 검토 (9.5~9.8/한울원전 별관)
    - 그룹 1 : (1,2분야) 외부재해, SSCs 취약도
    - 그룹 2 : (3~6분야) 안전기능, 중대사고, 방재, 운영기술능력
  - ✓ 현장점검 (9.7/한울3호기 등)
    - 이동형설비 차고·이동경로-EDG룸-EDG연료탱크룸
    - 외부주입유로·채결부-CST-OSC-TSC-MCR-RSP-취수구
  - ✓ 현장실사결과(초안) 설명회 (9.10/한울원전 본관)
  - ✓ 종결회의 (9.11/원안위)
    - 현장실사 결과(초안) 및 향후계획 설명

IAEA 독립 검토

- **주요 결과(초안)**

✓ 종합 결론

> ➢ 한국 Stress Test는 설계기준초과 극한 자연재해 및 사고에 대한 원전의 안전성 개선을 위한 건전하고 체계적인 평가방법
> ➢ KINS Stress Test 지침은 명확한 목적과 구체적인 평가방법·기준 제공
> ➢ 규제의 독립성을 유지하면서 국내외 전문가자문을 통한 기술적 객관성제고와 홈페이지 등을 통한 대외소통 병행하는 검증 체계는 우수
> ➢ 한수원의 수행 평가는 심층방어 목표를 잘 사용하였으며, IAEA의 "Leadership & Management for Safety"를 명확히 구현

✓ 세부 검토 결과

- 한국의 Stress Test 지침과 사업자의 평가결과는 IAEA 안전기준과 지침에 부합함.
  - ➢ 안전기준이나 지침을 위반한 Recommendation과 Suggestion은 없음.
  - ➢ Good Practice 4건
  - ➢ IAEA 기준과는 관계없는 기타 제언(Advice) 00건

⇒ IAEA는 검증결과보고서 작성 후 원안위에 제출 예정('18.11)이며, 확정된 검토결과에 대해 원안위/KINS는 적용성 검토 예정

IAEA 독립 검토 : 세부 검토결과(초안)

• 1,2분야 : 외부재해 및 취약도 평가

✓ Good Practices

➢ PSR을 활용한 지진평가결과의 주기적 개선
  ✓ PSHA 및 지진 PSA를 최신화
  ✓ 설계기준지진, 내진여유도, 재현주기 등의 적절성 확인

➢ Stress Test에 외부사건 PSA를 적극 활용

✓ Draft Advices

- 현재 수행중인 PSHA 추가 평가결과에 대한 국내외 전문가 검토
- 수행보고서에 자연재해 선별과정 상세 명시, Plant-level 한계 상한 필요성 검토
- 극한 재해 시 장애물 대비 이동형발전기 이동경로 가용성 등

IAEA 독립 검토 : 세부 검토결과(초안)

• 3분야 : 안전기능 대응능력

✓ Good Practices

> ➢ 사고 대응전략의 이행 가능성 확인을 통한 안전기능 대응능력 향상
>
> ✓ 한계상황 방지를 위한 사고대응전략에 운전원 조치 시간 분석, 신뢰도 향상

✓ Draft Advices

- 심층방어 측면에서 설계상의 안전 계통 개선 필요 여부 검토
- 다양한 가정사항을 고려한 사고시나리오 검토
- 이동형대체설비 시나리오의 불확실성 저감을 위한 검토

IAEA 독립 검토 : 세부 검토결과(초안)

- **4,5,6분야 : 중대사고, 소내비상대응, 운영기술능력**

✓ Good Practices

➢ 인간공학유효성평가의 적용

✓ MACST 이행을 위한 현장 운전원 최적화에 인간공학유효성평가의 적용

✓ Draft Advises

✓ 중대사고 및 소내비상 대응능력 평가 시 추가 한계상황 고려

✓ 다수기 동시사고를 포함하는 대응 시나리오에 대한 소내 방사선 환경평가 등

결언

✓ Stress Test 검증의 객관성 제고를 위한 IAEA 독립검토 수행

- 기준 : IAEA 안전기준, 지침 및 기술문서
- 목적 : 국내 Stress Test 방법 및 한울3호기 평가결과의 유효성 확인

✓ 검토결과, 국내 Stress Test는 수행체계, 평가기준 및 평가결과에서 IAEA의 기준에 만족

✓ IAEA 최종보고서에 대한 적용성 검토 및 후속 검증에 활용

✓ IAEA 독립검토 결과에 대해 공개 및 국내외 유관기관에 우수사례 전파

✓ 향후 일정(안)

- 2018. 11월 IAEA 독립검토 결과보고서(안) 접수 및 검토
- 2018. 12월 IAEA 독립검토 결과보고서(최종) 접수 및 홈페이지 공개
- 2018. 1월 적용 가능한 Advice의 Stress Test 후속 검증에 활용

감사합니다