

2023 한국원자력학회 추계학술발표회

리스크정보활용 원전운영 추진계획

2023년 10월 25일(수)

리스크정보활용 원전운영 추진계획



목 차

I. 개 요

II. 국내외 운영현황

III. 당면 과제

IV. 한수원 추진 방안

V. 향후 전망 및 제언

I. 개 요



1. 배 경

- 미국을 비롯한 해외 원전은 리스크정보 활용, 성능기반 규제 및 운영체계 도입, 적용
- 국내도 2000년대 초 적극 도입 시도 → 후쿠시마사고 이후 안전규제 강화로 중단
- 현정부 방침 : 원전 비중 확대, 신한울3,4 재개, 계속운전추진, 원전 수출 활성화 등
- 정기검사체계 개편(OH→상시검사) 시행규칙 개정안 원안위 심의의결('23.9)

2. 목적 및 논의방향

- (목적) 국정 과제 충실히 행을 위해 원전 안전강화 중심 → 안전 · 효율성 동시충족
리스크정보 활용 성능기반 선진규제 방식으로 전환을 위한 한수원 추진방안 제언
- (논의) 리스크정보활용 체계 도입을 위한 현황 및 당면과제 분석, 적기 추진
방안에 대한 다양한 의견수렴, 합리적인 방안 모색

I. 개 요

3. 리스크정보활용 체계 및 도입 효과



구 분	규제기관	사업자
장 점	규제 효율성 증대, 규제 신뢰도 향상	RIA, OLM, AOT, STI 등 운영 효율성 증대
단 점	결정론 → 확률론적 리스크정보활용 규제 의사결정 부담	사건사고, 지적, 성능지표 에 대한 규제감독, 감시 강화 → 차등규제에 따른 사업자 부담 가중

- **안전성 대폭 향상**
 - CDF 감소(평균대비 90%↓)
 - 불시정지, 사고고장 건수 감소
- **효율성 향상**
 - 이용률 향상(90%이상)
 - 정비품질 향상, 종사자 피폭저감
- **객관적, 선제적 리스크 기반 규제**로 수용성 제고

II. 리스크정보활용 국내외 운영 현황



1. 주요 국가별 도입 이력, 추진 현황 비교

년 대	미 국	스페인,대만,멕시코	일 본	UAE	한 국
1990	MR 시행: '91 RIPBR(ROP) 시행: '98				
2000	PRA Standard: '02	안전중요도기반 성능평가 (SDP+PI) - 멕시코: '04 - 대만: '06 - 스페인: '07		MR 법제화: '09	RIA 부분적용 STI/ILRT/AOT : '99~'12 MR제도화 검토: '09
후쿠시마사고('11)					
2010	RIDM Initiative : '17		정기검사폐지 新 검사제도(ROP) 적용: '20		OLM 시범적용: '10 OLM 규제기술요건 개발: '12
2020 (현재)				OLM 적용: '22	사고위험도기반 규제감독체계 구축 R&D 진행: '20~'22 정기검사 체계개편 시행규칙개정: '23. 9

II. 리스크정보활용 국내외 운영 현황



2. 해외 추진 현황

- **(미국)** TMI 사고 이후, PSA 결과를 활용한 **RIPBR 최초 운영('98년)**, '17년
부터 리스크정보활용 의사결정(RIDM)* 규제체계로 전환
* 특히, SMR(소형모듈원자로) 심사체계로 표준심사지침(SRP)이 아닌 RIDM 체계 이행 중
- **(일본)** 후쿠시마사고 이후 규제기관(NRA)이 IAEA 권고사항('16년) 반영
기존 정기검사 폐지, 미국의 RIPBR를 도입, 新 검사제도 시행('20년)
- **(기타)** 멕시코, 대만, 스페인 등도 **미국 ROP 제도를 도입**, 시행 中

국 가	프랑스('12년)	스페인('07년)	대만('06년)	멕시코('04년)
규제체계	안전중요도평가 (SDP)	안전중요도기반 성능평가 (SDP+PI)		

II. 리스크정보활용 국내외 운영 현황



3. 국내 추진 현황

- **(규제기관)** 후쿠시마 사고 계기로 리스크정보활용 체계 도입 전면 중단, 최근 미국 및 일본 제도 등을 참조하여 **국내 독자 체계 개발, 추진 중**

● 후쿠시마사고 **前**

원자력안전정책성명 발표('94년) 후 리스크정보활용 검사제도 개선 및 활성화('06년), MR 제도화 검토('09년), 규제근거 개발('11년), RIA/OLM 시범적용('10년) 등 규제기관에서 도입 적극 추진

● 후쿠시마사고 **後** [규제기관]

안전규제강화 방침에 따라 리스크정보활용 정책 전면 중단, 최근 제2차 원자력안전 종합계획('17~'21년)에 「사고위험도 기반 규제 감독체계 구축」 계획 발표, 현재 KINS 주관으로 과제 추진 중

II. 리스크정보활용 국내외 운영 현황



3. 국내 추진 현황

□ **(한수원) 후쿠시마사고 이후 중단된 리스크정보활용 · 성능기반 체계 국내원전 적용방법론 개발(시범적용), 가동중정비 재추진을 위한 연구과제 진행 中**

- (ROP) 미국 운영체계 벤치마킹 → SDP-RIDM 방법론 개발, 시범적용('19~'21년)
* 지적사항, 사건사고(격납건물살수), 부적합사항(열처리불만족), 종대현안(CLP) 등 8건
- (MR) 규제기관 권고에 따라 정비효과성프로그램 발전소 적용 중('03년~)
- (OLM) 고리#3 필수냉방계통 OLM 시범수행('10년) → 후쿠시마사고 후 의도적 LCO 진입불가(지적, '14년)로 중단 [→ 현재 OLM 기반기술 개발 R&D 수행 중('22 ~ '24)]
- (RIA) 후쿠시마사고 이전 RI-STI, ILRT, AOT 연장 부분 적용, 후쿠시마사고 이후 거의 중단된 상태 (일부 STI, ILRT 제외)

III. 당면 과제 및 추진 여건



1. 당면 과제(환경 및 여건)

분 야	장애 요인	비 고
정책·수용성 ↓	정권별 상반된 원전정책 추진, 규제정책 결정 시 이해관계자 입장 고려(수용성 낮음) → 국가차원의 중장기적 원전정책 일관성 부재	
법·제도 ↓	후쿠시마 사고후 안전규제 강화, 선진규제는 규제 완화라는 인식으로 RIPBA 도입에 미온적, 도입 어려움 → RIPBA 시행 관련 법적, 제도적 장치 부재	
조직관계 ↓	규제기관-단일사업자 체계, 상호 중재 또는 규제 청원 기능 수행 공신력 있는 독립기관 부재 → 규제정책 수립 시 사업자 의견, 기술수준 반영 한계	
기술·인력	리스크정보 평가 방법론(PSA) 및 사용프로그램(PriNS, RIMS) 수준 및 신뢰도에 대한 입장차, PSA전문인력 부족 → 기술기반 확보, 수준제고 필요	

III. 당면 과제 및 추진 여건



1. 당면 과제(정기검사체계 개편)

- **(내용)** 3차 원자력안전종합계획에 따라 원안위는 現 OH 정기검사 → 상시 검사체계 전환 시행규칙 개정(제184회 원안위, 9.21)

- 검사체계 : (현행) OH 정기검사 → (개편) 운전검사, 정비검사, 심층검사
- 검사항목 : 운전검사 가능항목 도출(고시기준: 42개, KINS지침: 100개 항목)
- 적용시기 : '24년부터 새울#2 우선적용, '27년부터 쏘원전 적용

- **(현안)** 금번 검사체계 개편 시 이미 해외에서 효과가 입증된 RIPBR를 비롯하여 운전가능성 결정 등 선진규제 체계 미반영

→ 현행 법체계를 그대로 유지한 채 검사기간만 확대되어 사업자 부담 가중*

* 기술기준 불만족 규제의사결정 법적 근거 부재, 운기침 가동중정비 불허, 수검자 혼선/부담 증가

※ 우리나라 규제 참조 모델인 일본도 정기검사체계 개편('20년) 시 RIPBR 도입

III. 당면 과제 및 추진 여건



[참고] 국내-일본 정기검사제도 개편내용 비교

- 국내는 규제기관에 의한 정기검사를 실시, 일본은 사업자가 자체 정기검사 실시/규제기관에게 보고, 규제기관은 사업자의 안전 활동 상시 체크(검사)

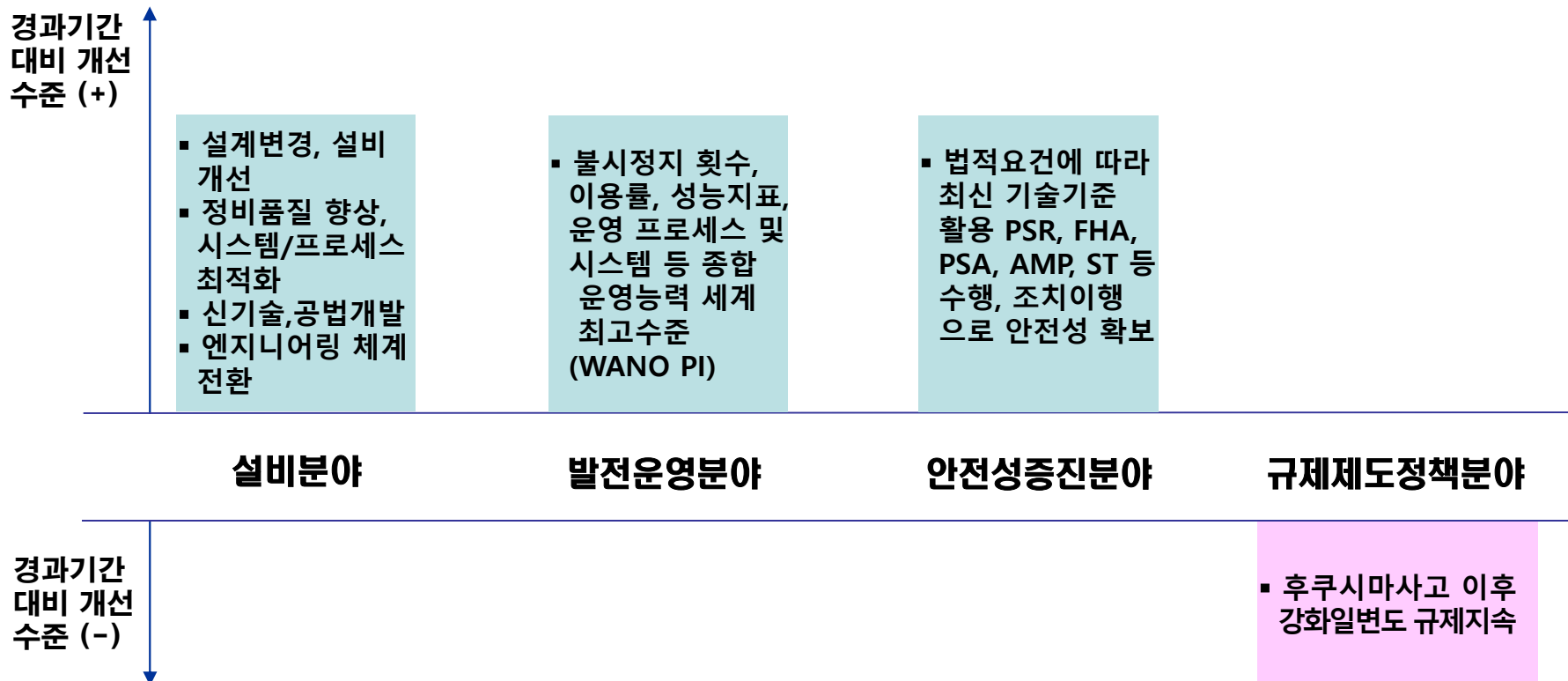
국 내 (개편 후)	일 본	차 이 점
<ul style="list-style-type: none"> 원안법 시행규칙 제19조 (정기검사) 	<ul style="list-style-type: none"> 원자로등 규제법 제43조의3의16 (정기사업자검사) 원자로등 규제법 제43조의3의29 (발전용원자로시설 안전성 향상 평가) 	일본은 사업자 스스로 정기검사 실시 및 안전성 향상평가 보고서 작성, 제출 등에 대한 법 명시

항 목	국 내 (개편 후)	일 본	차 이 점
검사기간	<ul style="list-style-type: none"> 연중 상시검사(주기:18개월) 	<ul style="list-style-type: none"> 연중 상시검사(주기:12~13개월) 	동일
검사방법	규제기관에 의한 정기검사 <ul style="list-style-type: none"> 운전검사, 정비검사, 심층검사 	사업자 자체검사 결과, 안전관리 실적지표, 안전성향상 평가신고서제출→규제기관검사계획수립 활용 <ul style="list-style-type: none"> 기본검사(일상검사, 팀검사), 추가/특별검사 	사업자 자체 검사 후 규제기관 확인 (일본)
규제조치	부적합사항, 지적사항에 대한 객관적 규제의사결정 기준 부재	주요현안 및 검사지적사항에 대한 안전중요도평가 + 안전실적지표 반영 * 美 ROP 제도와 유사	리스크정보활용 규제 의사결정 (일본)

III. 당면 과제 및 추진 여건

2. RIPBA 추진 여건 분석

- 기술 및 운영, 안전성 수준은 지속적으로 향상되어 RIPBA를 추진할 수 있는 여건이 충분히 갖춰진 반면, 규제관련 법규나 정책은 과거대비 진전이 없음

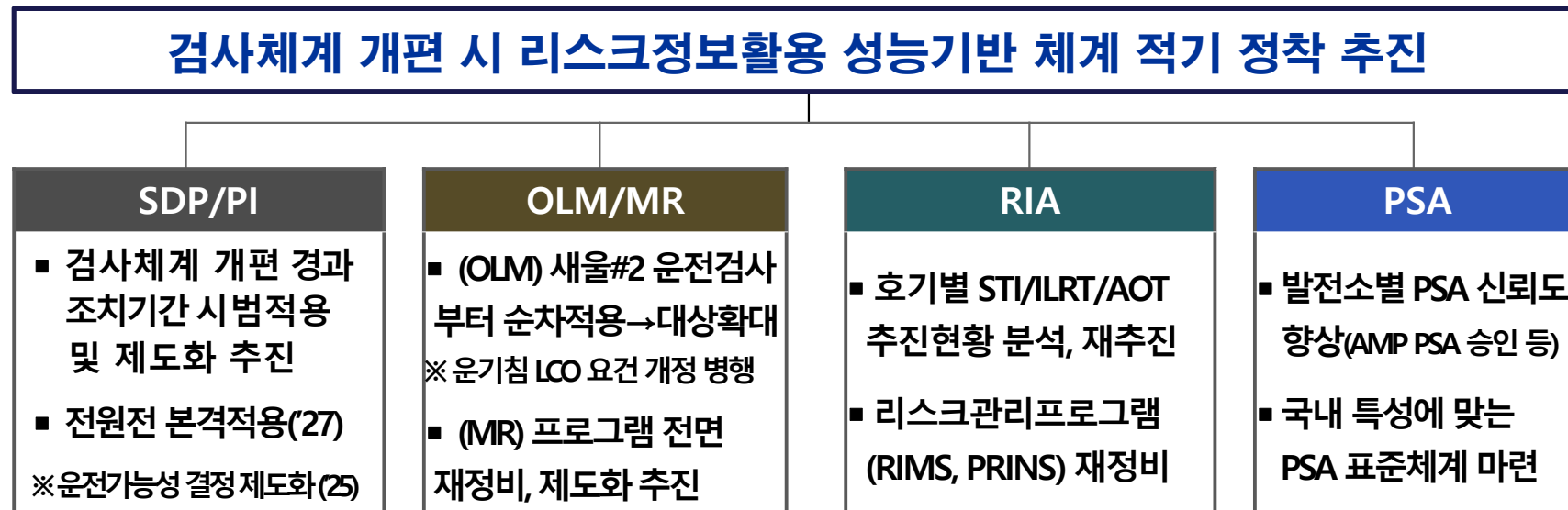


IV. 한수원 추진방안

1. 추진 방향

- 정기검사제도 개편 경과조치기간 활용, RIPBA 순차적 현장 적용 추진
- 적용 방안에 대해 규제기관과 지속 논의, 산-학-연 협력 합리적 방안 도출
- **외부** - 제도적 장치 신설, 수용성 확보 / **내부** - 기술수준 제고, 시스템 재정비

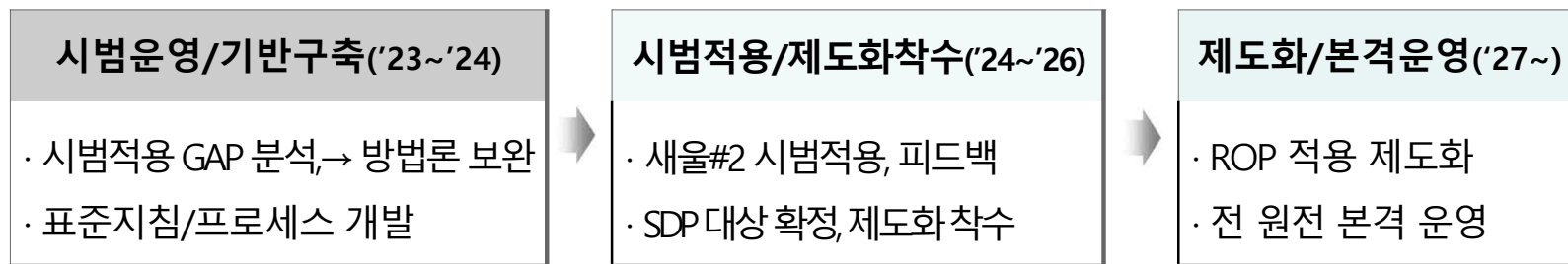
2. 분야별 추진 방안



IV. 한수원 추진방안

3. 세부 추진 내용

1 안전중요도평가(SDP) 및 성능지표(PI)



- 한수원시범평가(보고사건+부적합) + KINS시범평가(지적권고) → 평가내용규제협의, GAP 분석등 ['23]
- 한수원 원전운영 통합성능지표(K-IPi) 재개편 후 KINS 공유 예정 ['23]
- 상시검사 우선적용호기 지적권고에 대해 상호평가 실시 → GAP 분석, 방법론 보완['24]
- ※ ROP와 별개로 상시검사 우선적용호기에 대한 운전가능성 결정 법제화 필요 ['25]

IV. 한수원 추진방안

3. 세부 추진 내용

2 가동중정비(OLM) → OLM 수행을 위한 운기침 개정, 서울#2부터 순차적 확대

서울#2 시범적용('24~'25)

AOT 연장신청/확대적용('26)

전원전 확대적용('27~)

□ (규제기관) 시행규칙 기준 운전검사 가능항목 도출 → 서울#2 운전검사 실시 예정

대상 시설	원안위 고시 기준			KINS 지침 기준		
	항목수	운전	정비	항목수	운전	정비
원자로 본체 등 11개 시설 및 운영기술능력 분야	102*	42 (32%)	89 (68%)	292**	100 (29%)	240 (71%)

□ (한수원) 우선적용호기 기준 가동중정비항목 29계통(500대) 도출, KINS 제출 → LCO 적용 안전관련설비 일부 서울#2 운전검사 기간 중 OLM 적용을 위한 운기침 개정(NUREG 1432), 대상항목 확정 규제협의

OLM 대상계통	LCO 비적용 계통	LCO 적용 계통		비고
		AOT 이내	AOT 연장 필요	
29개	16개 (안전 및 비안전계통)	4개	9개	

IV. 한수원 추진방안

3. 세부 추진 내용

3 리스크정보활용(RIA)

- ▶ (단기) 심사중인 ILRT, 중수로 SDG STI 연장 인허가 취득, 배터리 인버터 STI 및 AOT 연장 추진
- ▶ (중장기) 안전관련계통 AOT 연장을 위한 TR 작성, 상시검사 전원전 확대 적용 시기('27)와 맞추어 인허가 취득, 단계적 적용 추진

구 분		2023년	2024년	2025년	2026년	2027년~
RI-ILRT*	신고리1,2	인허가 승인	ILRT 주기연장(5년→10년)			
	신월성1,2	인허가 신청	인허가 승인	ILRT 주기연장(5년→10년)		
RI-STI/AOT (OLM 미연계)	배터리 인버터 시험	대표노형 인허가 신청(9월)	인허가 승인	전 원전 확대 적용		
	기타 항목	신청항목 발굴, 문서작성 및 인허가 신청	인허가 추진 및 승인 후 대표 노형 적용(OPR/APR 등)		전 원전 확대 적용	
RI-AOT (APR-OLM 설비)			T/S 개정 (LCO 진입 허용)	안전관련계통 AOT 연장 승인 ※ EDG 계통 AOT는 중장기적 관점에서 추진		안전설비 OLM 전원전 확대 적용
		대상기기 선정 및 안전성 분석				

IV. 한수원 추진방안



3. 세부 추진 내용

3 PSA

- ▶ 노형별 PSA Peer Review 후속 이행, PSA 표준화(KEPIC NPA) 추진

서울#1,2 AMP PSA('24)



고리#2,3,4 AMP PSA('24~'25)



전원전 AMP PSA 승인(~'27)

4 기타

- ▶ 리스크관리시스템(RIMS, ORION), 정비규정(MR) 프로그램 재정비, 최신화
- ▶ 한수원 내부 전문분야 인력 총원, 전담조직 신설 점진적 추진
- ▶ PSA 전문인력 양성, 수행업체 기술역량 강화

V. 향후 전망 및 제언

1. 원자력시장 전망

- 2050년까지 원전 **설비용량은 두배, 발전량은 80% 증가** 전망 (※출처: 에경연)
 - ▶ (원전 설비 용량) '20년 : 371 → '30년: 462 → '50년: 890GWe (High)
 - ▶ (원전 발전량) '20년 : 2545 → '30년: 3601 → '50년: 7158TWh (High)
- 장기적으로 원전시장은 **대형원전과 SMR이 병존**하는 형태로 진화될 것으로 예상
- 정부 국정과제: **'30년까지 원전 10기 수출 목표**



- **우리나라 원전 수출 경쟁력은 충분히 확보**
 - 사업관리 및 시공역량(On Time On Budget), 핵심기술 확보, 원전운영능력 등
- **원전 수출 경쟁력에 상응하는 선진 규제체계로 변화가 필요한 시점**
 - 미 국: SMR 심사체계로 표준심사지침(SRP)이 아닌 RIDM 체계 이행 중
 - UAE: FANR에서 정비규정 및 OLM 적용 승인 등 선진규제 시스템 도입에 적극적

V. 향후 전망 및 제언



2. 종합 제언

- RIPBA는 장기간에 걸쳐 효과성이 입증되어 이미 해외 다수 국가도 시행 중
- 원전 글로벌 경쟁력 확보를 위해 우리나라도 선진규제 방식인 RIPBR 조속 도입 필요
 - ※ 일본과 같이 정기검사체계 개편 시기에 맞춰 도입하는 것이 최적의 시점
- 한수원은 그간 MR 및 RIMS 발전소 적용, RIA 추진, SDP 방법론 개발, PSA 기술력 확보, 세계 최고수준의 운영기술 능력을 보유하고 있어 RIPBR 제도화 추진시 신속한 적용 가능
- 따라서 금번 정기검사체계 개편 경과조치기간(3년) 동안에 RIPBA 시범적용, 제도화하여 개편된 정기검사 전원전 적용시점('27년)에 확대적용 하는 것을 제언



**THANK
YOU**