

원전해체 분야 KEPIC 표준화 방안

2018 KEPIC-Week

원전해체 워크숍

KEPIC처 원자력팀장 최근 석

CONTENTS

01

추진배경



02

원전해체 KEPIC 표준화 방안



03

향후계획



01 추진배경



추진 배경



Advanced Standards
& Global Partner

- 국내 최초 원자력발전소인 고리1호기 영구정지(2017.6) 및 에너지 정책 패러다임 변화로 <탈원전, 신재생에너지> 확대
- 정부는 안전하고 경제적인 원전해체와 함께 원전해체산업 육성을 위한 정책을 수립하여 시행 중(2015. 10. 5, 원자력진흥위원회)
- 2030년까지 국내원전 12호기 설계수명 만료로 순차적정지 예상 → 해체시장 확대
- 고리1호기의 해체를 계기로 관련 기술개발을 통해 해체시장 선점을 위한 국가 기술력 강화 요구
- 이에 따라 원자력시설 해체 중요성 인식을 통한 관련 법령체계 및 규제기준에 대한 이해와 이에 부응하는 **원전해체 표준개발 기반 마련**
- KEPIC은 원전해체 시장의 확대 예상에 맞춰 2014년도 부터 매년 KEPIC-Week에서 원전해체 워크숍을 개최함(**2018 KEPIC-Week 해체워크숍 개최**)
- 산업계 해체기술 수요에 대비, 산·학·연 공동으로 원전해체 산업육성에 필요한 해체표준을 선제적으로 개발할 계획임



02 원전해체 KEPIC 표준화 방안

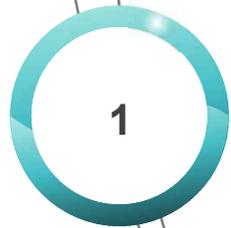


원전해체 표준화 방안

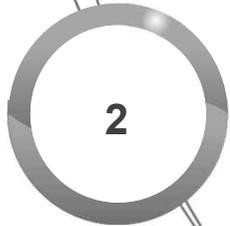


Advanced Standards
& Global Partner

➔ 해체표준 개발의 기반 마련



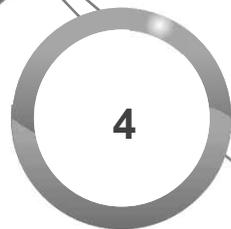
1 원자력 안전법, 원전해체계획서 등의 절차 및 지침을 확인하여 표준화 방안 모색



2 전문가 활용을 통해 국내·외 원전해체 참조문서 상세검토 시행



3 우리나라 해체 산업에 적용 가능한 참조문서 도출 및 개발 표준 확인



4 국내·외 규제기준에 부합한 해체 표준개발

원전해체 표준화 방안(계속)



Advanced Standards
& Global Partner

국내 해체표준 개발계획



고리1호기 해체 공정

1단계

▶

해체계획서 마련 및 승인 (~'22.6)

- ✓ 해체계획서 초안
- ✓ 주민공청회
- ✓ 원안위 승인

2단계

▶

사용후핵연료 냉각 · 반출 ('17.6~'25.12)

- ✓ 사용후핵연료 냉각
- ✓ 건식저장시설 구축
- ✓ 사용후핵연료 반출

3단계

▶

시설물 본격 해체 ('22.6~'30.12)

- ✓ 非방사성시설 철거
- ✓ 처리시설 구축
- ✓ 방사성시설 철거

4단계

▶

부지복원·해체완료 ('31.1~'32.12)

- ✓ 방폐물 처분
- ✓ 부지복원

- 국내·외 법령 및 규제기준 검토
- 표준개발 List up

- 원전해체 분야별 표준 Draft 현장 적용

- 원전해체 분야별 표준 Revision

- 원전해체 KEPIC 표준 완성

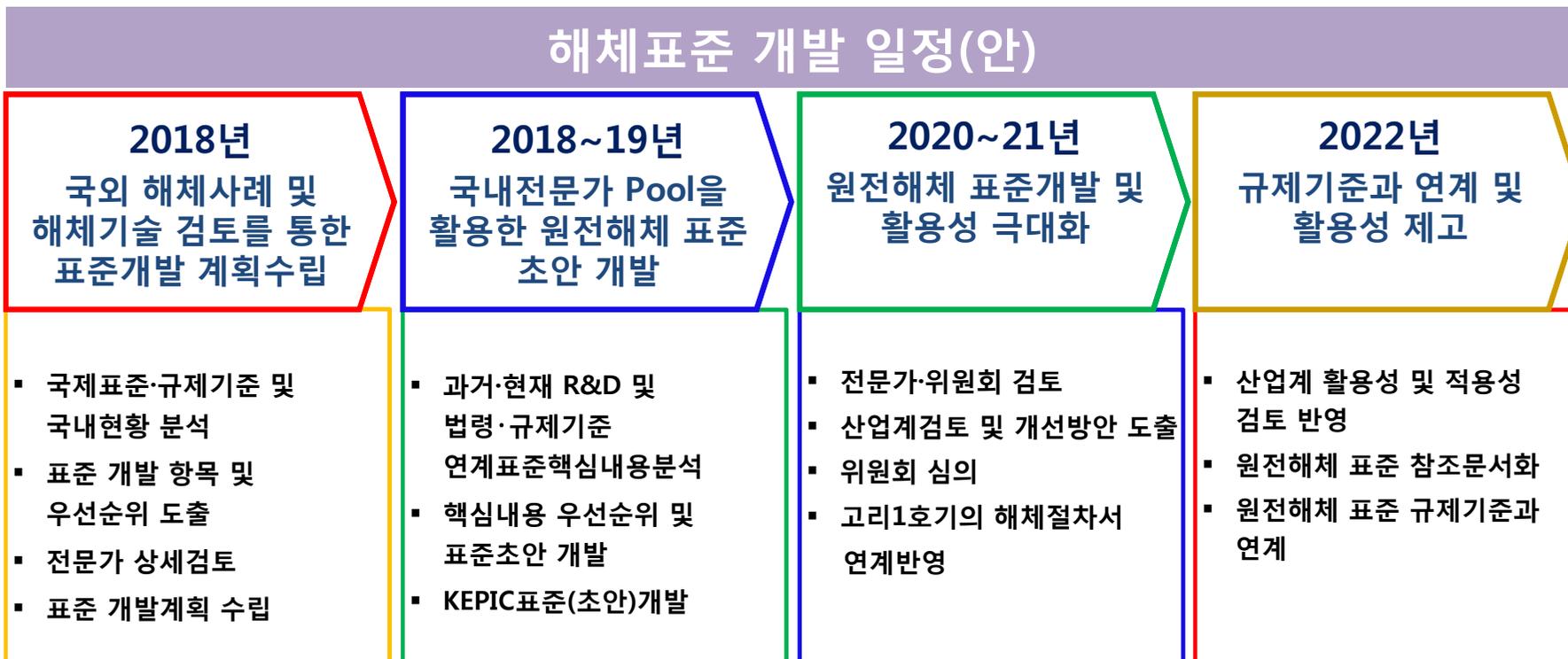
* 일정은 인허가 등의 사정에 따라 변동가능

* (출처) 산업부 보도자료, 고리1호기의 영구정지 행사개최 계획(2017.06.19)

원전해체 표준화 방안(계속)

Advanced Standards
& Global Partner

1단계 세부 추진 계획



산업계-규제기관-전문가 협의체 운영으로
 국내외 법령 체계 및 규제기준 활용기반 마련

원전해체 표준화 방안(계속)



Advanced Standards
& Global Partner

2018년 표준화 역무

①국내·외 원전 해체 사례조사	②해체 원전 주요역무 분석	③원전 해체 표준제정(안) 도출
주요 국가별 해체 사례 조사	역무분석 대상 해체사례 선정	해체 역무별 표준 도입대상 선정
국내 원전 해체계획 및 해체기술 조사	국외 원전 해체사례 주요역무 분석	해체표준 제정(안) 수립
국외 원전 Code&Standards 적용현황 조사	고리1호기 해체 기본계획 주요 역무 분석	해체표준 개발 우선순위 도출

원전해체 표준화 방안(계속)



Advanced Standards
& Global Partner

원전해체 R&D 결과 표준화 연계 추진

- 확보된 R&D 기술 및 미확보 기술 표준화 연계 시행
 - 정부 및 한수원 R&D 현황을 통해 표준화 연계과제 List-Up
 - 정책적으로 추진하고 있는 R&D 기술을 상세 검토하여 개발 가능한 분야 KEPIC 개발
 - KEPIC 위원회 및 전문가 Pool 활용하여 추진

노형

원전해체 원천기술 · 실용화기술 현황('18년 기준)

구 분	전 체	확 보	미확보
원천기술	38	27	11
실용화기술	58	43	15
합 계	96	70	26

원전해체 표준화 방안(계속)



Advanced Standards
& Global Partner

국내 R&D 결과의 KEPIC 표준화 사례

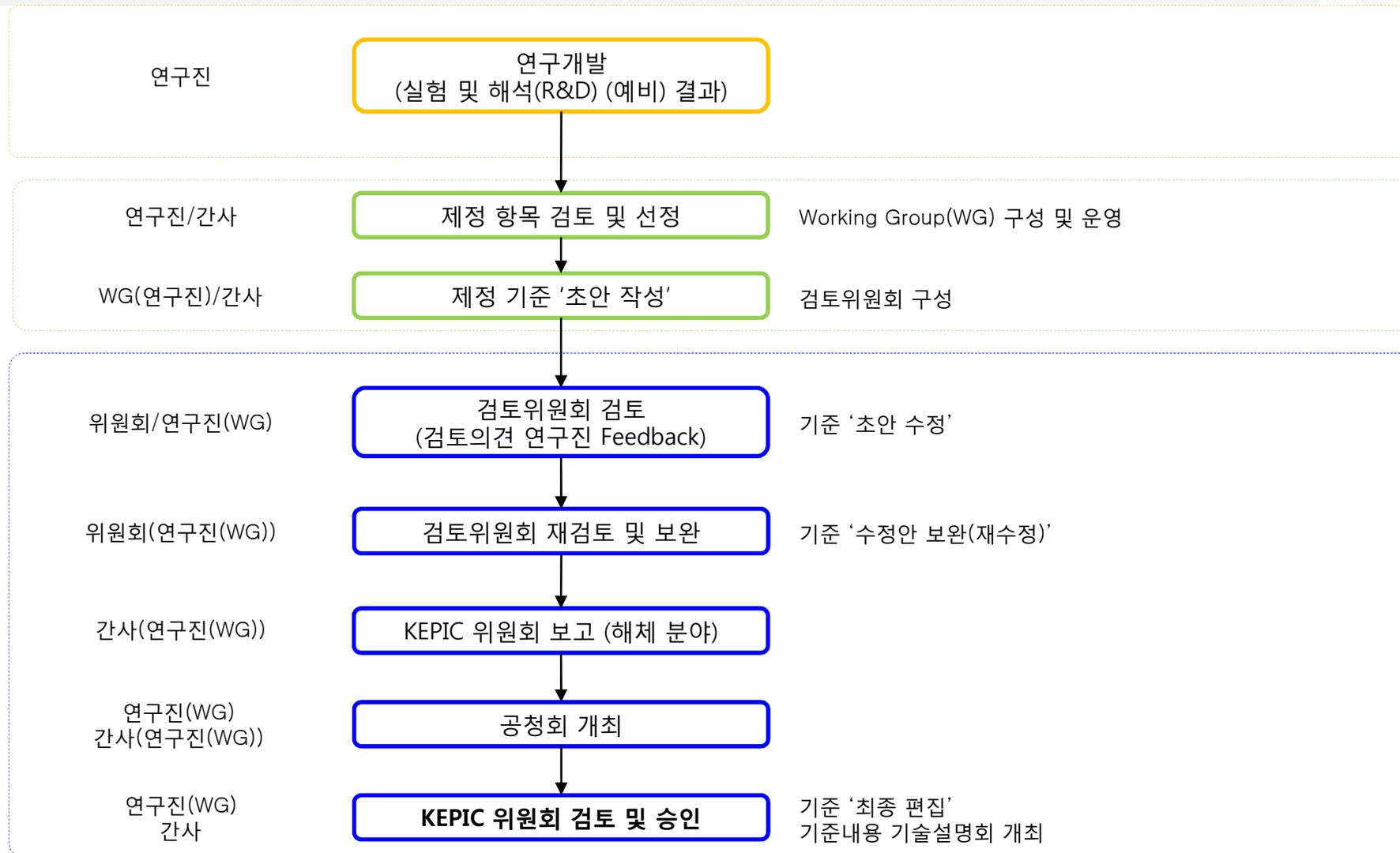
▶ 리튬이온전지 독자 표준 개발

- 후쿠시마 원전 사고 이후 비상전원의 증용량 요구 및 기존 납축전지의 대체 필요성 제기
- 리튬이온 축전지의 고-수명, 고-에너지 밀도 및 방전특성을 활용하여 기존 납축전지 설치공간 대비 용량을 2배로 증설하기 위한 R&D 수행(한국수력원자력)
- R&D 결과를 활용하여 총 4종의 KEPIC 표준 발행(2017. 06)

구분	전체	제목
전기기기	EEG 1300	리튬이온전지와 주변기기의 성능 및 안전성 기준
	EEG 1400	리튬이온전지의 용량계산 및 설치
원자력전기 및 계측제어	END 3510	리튬이온전지와 주변기기의 검증
	ENF 3410	리튬이온전지와 주변기기의 보수, 시험 및 교체 권장지침

R&D 결과 (KEPIC)기술기준 제 · 개정 흐름도

Advanced Standards
& Global Partner



ENF 3410

**리튬이온전지와 주변기기의 보수, 시험 및
교체 권장지침**

목 차

ENF 시험 및 검사 Test and Inspection

**ENF 3410 리튬이온전지와 주변기
기의 보수, 시험 및 교체 권장지침**

Recommended Practice for Maintenance, Testing and Replacement of Li-ion battery and its surrounding Equipments

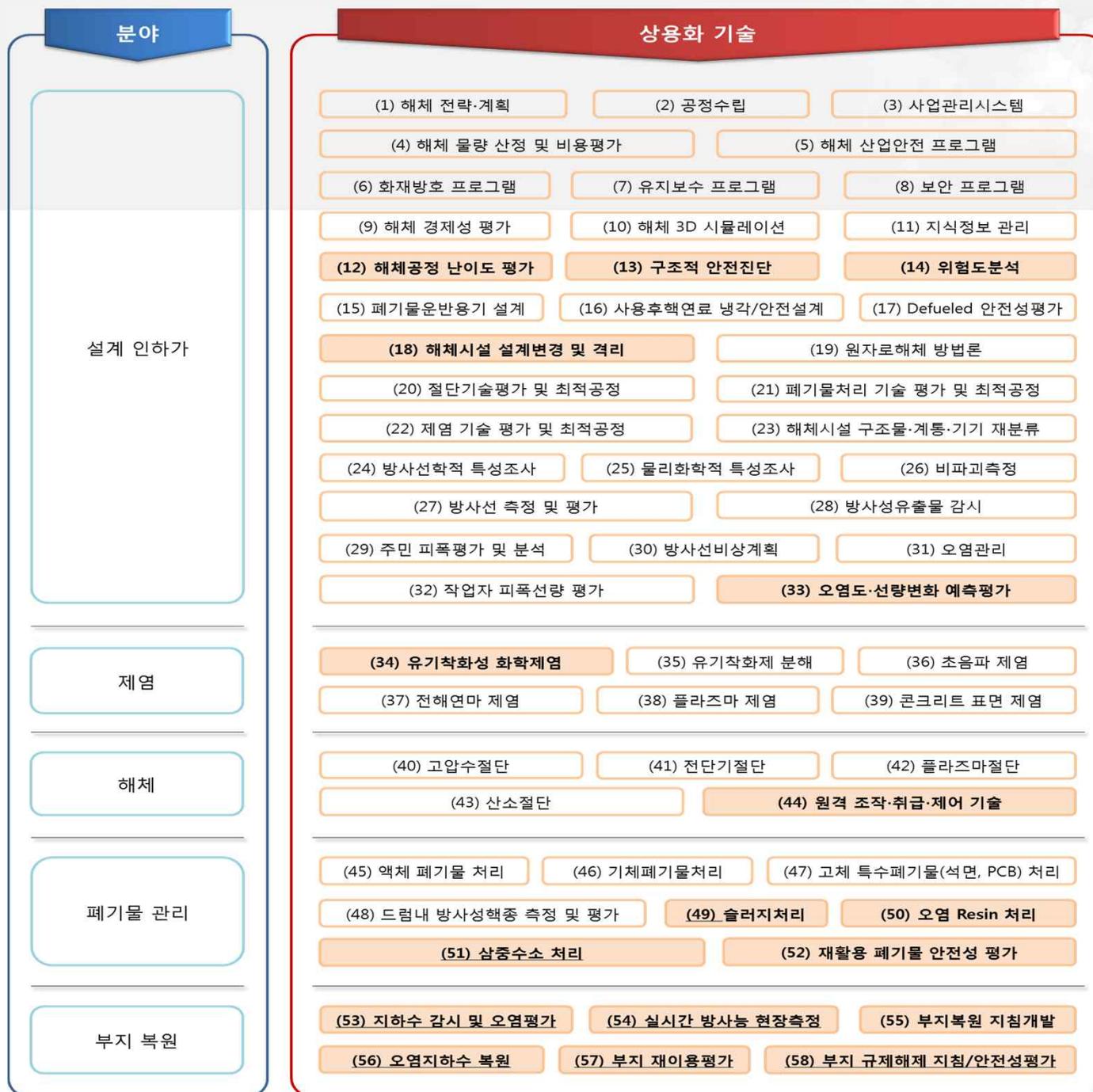
2017년 주록
2017. 12. 31 발행

2017 Addenda
issued on December 31, 2017

KEPIC 정책 위원회
전기계측전문위원회

Board of KEPIC
Electrical I&C T/C

1. 개요	7. 리튬이온전지 및 BMS 시험절차
1.1 목적	7.1 일반사항
1.2 범위	7.2 초기조건
1.3 제외사항	7.3 시험기간 및 방전률
1.4 문서구성	7.4 용량시험법
2. 참고자료	7.5 인수시험 및 성능시험
3. 용어정의, 두문자어, 약어	7.6 사용시험
3.1 용어정의	7.7 복구
3.2 약어	7.8 BMS의 시험방법
4. 리튬이온전지 및 BMS 안전성	8. 리튬이온전지 및 BMS 교체기준
4.1 보호장비	9. 기록
4.2 주의사항	10. 주이분석
4.3 방법	11. 재생사용 및 폐기
5. 리튬이온전지 및 BMS 보수	11.1 일반사항
5.1 일반사	11.2 재활용
5.2 검사	11.3 폐기
5.3 시정조치	부록(임의요건)
5.4 충전상태	부록 A 리튬이온전지 특성
6. 리튬이온전지 및 BMS 시험계획	부록 B 마이크로저항계를 이용한 집속저항 측정법의 예
6.1 일반사항	부록 C 리튬이온전지 용량계산
6.2 인수시험	
6.3 성능시험	
6.4 사용시험	



※ 볼드체 : 17개 미확보 상용화기술 (진행중 / 개발예정)

원전해체 표준화 방안(해체기술 표준화 연계)



Advanced Standards
& Global Partner

제목(안)	개발방안
고방사성기기 해체방법론	고방사성기기 해체 세부방법(hot to cold, cold to hot), 오염 최소화 방법, 한수원 과제(해체방법론, RVL/RV절단, K1 사업 등) 연계개발
해체폐기물량 산정	준위·형상별 폐기물량 산정, 사업물량 추정 연계
해체지식관리	해체지식·형상관리, QA 연계 개발
해체시설 설계변경 및 격리	운영→영구정지→안전관리→절단철거→부지복원 연계한 해체시설 설계변경/격리방안, 규제기준 및 QA연계 방안
해체선원항 평가	해체·방법론·공정·피폭·폐기물의 시발점, 규제기준 및 한수원 연구과제 결과 연계
종사자 선량평가	해체기간 종사자 선량평가(안전성평가와 연계) 방법, FDP 핵심항목, 한수원 연구과제 및 규제기준 연계
주민 선량평가	운영원전 구별되는 주민선량평가 방안 제시(ODCM 대체안)
시설(계통) 방사선학적 특성평가	선원항평가 다음 차순위 핵심사항, 부지(계통)운전이력→ 개략조사→ 방사선학적특성평가, 시설과 계통 분리 추진, FDP인허가 핵심사항, 규제기준 연계

원전해체 표준화 방안(해체기술 표준화 연계)



Advanced Standards
& Global Partner

제목(안)	개발방안
부지 방사선학적 특성평가	해체 시발·종착점, 토양폐기물 직접 연계, 지표지하수 방사선학적 특성평가, 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계
해체 방사선안전성평가	피폭선량평가(종사자 내부피폭평가 핵심), 해체사고 안전성평가, 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계
해체 비방사선안전성 평가	화재안전성을 포함한 산업재해 안전성평가, 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계
고방사성기기(RVI) 절단철거	피폭과 안전성평가 핵심, 해체 Critical path/Longlead Item 및 인허가 핵심, 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계
콘크리트 절단철거	해체폐기물 발생량과 해체공정 영향, 해체사업 결과 반영
방사성계통(저준위 이하) 절단철거	해체폐기물 80% 수준, 해체작업물량의 대부분, 한수원 연구 과제·사업결과 및 규제기준 연계
오염콘크리트(생체차폐체) 절단철거	콘크리트 절단철거 과정중 내부피폭, 불순물에 따른 농도 변화(중준위), 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계
대형기기 절단철거	SG, PZR, RCP 등 절단철거, 운반용장비 필요, 산업재해 발생 가능, 한수원 연구·사업결과 및 규제기준 연계

원전해체 표준화 방안(해체기술 표준화 연계)



Advanced Standards
& Global Partner

제목(안)	개발방안
절단·철거기술 적합성 평가	다양한 절단·철거기술 선정방안 제시, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
원격절단철거(공기중·수중)	고방사성기기 원격절단 표준화방안, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
계통제염 평가	안전관리기간 계통제염 기술 선정적합성 평가(예, DF, 2차폐기물, 안전성, 피폭 등), 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
기기제염 평가	절단철거기간 기기제염 기술 선정적합성 평가(예, DF, 2차폐기물, 안전성, 피폭 등), 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
콘크리트제염 평가	표면오염 콘크리트 제염평가(절단철거 연계), 한수원 사업연계
액체폐기물관리	해체기간 액체폐기물관리 및 최소화 방안, 한수원 사업연계
고체폐기물관리	해체기간 고체폐기물관리 및 최소화 방안, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
혼합폐기물관리	혼합폐기물 최적관리 및 표준화 방안, 한수원과제 및 사업연계

원전해체 표준화 방안(해체기술 표준화 연계)



Advanced Standards
& Global Partner

제목(안)	개발방안
방사성폐기물 감용방안	해체비용 40~45% 수준, 다양한 형상·준위 폐기물별 감용방안, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
자체처분	원전 1기 해체폐기물 95% 내외 자체처분, 폐기물 재이용 연계, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
해체폐기물 종합 처리시설 (RTF)	해체폐기물 감용시설, 설계·제작·건설, IAEA 및 OECD/NEA 권고 연계, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
해체폐기물 고화	처분안전성을 고려한 고화 및 고정화방안, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
해체폐기물 처분	국내 처분장과 연계한 해체폐기물 최적처분방안, 기제정한 처분장 운용지침과 연계
해체폐기물 방사능측정 및 검증	처분장 처분전 방사능 확인, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계 및 기제정한 처분장 운용지침과 연계
해체폐기물 포장·운반·처분용기	처분장 처분적합성 핵심, 한수원·KINS·KORAD 연구 및 지침 연계
잔류방사능측정 및 평가	해체부지 잔류방사능 측정·평가와 연계한 부지개방 핵심, 최종 상태부지보고서(인허가)와 연계

원전해체 표준화 방안(해체기술 표준화 연계)



Advanced Standards
& Global Partner

제목(안)	개발방안
실시간 방사능 감시 (온라인, 시료채집)	부지개방 핵심사항, 통계적용 감시방법, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
부지복원 및 안전성 평가	부지복원, 제염성능 평가방법, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
토양오염 제거	토양오염 제염방법, 토양폐기물 최소화, 지하(수) 삼중수소 오염제거방법, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
부지개방평가	최종상태보고서 작성항목, 잔류방사능평가와 연계한 부지개방 방안, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
해체용이성 설계	최근 규제지침화(IAEA, NRC, EUR 등), 원전 운영·해체 경험 반영한 해체설계용이성, 한수원 연구·사업결과 규제기준 연계
중수로원전 원자로절단철거	중수로 고유 특성 반영
극저준위 삼중수소 오염제거	계통, 건물, 부지 존재 극저준위 삼중수소 제염방안
중수처리	중수처리 및 고농도 삼중수소 오염제거방안

- KEPIC 원전해체 표준개발 소위원회 운영
- 원전해체분야 표준제정 참조문서 개략 검토(120종)
 - IAEA, NRC 및 OECD/NEA 참조문서 등
- 원전해체분야 표준제정 참조문서 요약 검토
 - 총 21개 참조문서 선정 : Radiological characterization for Decommissioning of Nuclear Installations (TGR-4, 2013) 등
총 21개 문서 선정 ([상세내용 별도 붙임1](#))
- 원전해체 R&D 표준화 연계 우선 순위 결정
 - 한수원 개발 (예정 포함) 17개 기술 포함한 필수/보조 기술 전체
 - ☞ 한수원에 기술현황 자료 요청 접수 후 표준화 상세검토 예정
 - ☞ 미국원전 해체 의무와 연계한 우선순위 도출 ([상세내용 별도 붙임2](#))

03 향후계획



- 미국원전 해체역무 분석 보강
- 고리1호기 해체역무 분석 및 보강
- 참조문서 상세 검토 및 반영
- 한수원 해체 필수 · 보조기술개발 결과 검토 반영
- KAERI 해체 기술개발 결과 검토 반영
- ☞ 해체표준 예비 도출항목에 대한 기술 배경 강화
- 전문가 자문의견 반영 및 전문가 Pool 구축
- KEPIC 해체 분야 표준 제정(안) 수립

국내 원전해체기술 해외 시장 진출 도모

- 고리 1호기 해체사업은 원자로운영사업자(한수원)가 총괄관리
- 원전해체는 전문업체가 시행할 것으로 예상하나, 국내 전문업체(Supply Chain)는 외국에 비해 부족
- 선진국은 원전해체 경험과 기술을 축적한 전문기업이 활동 중이며, 해체실적이 없는 신규기업은 시장진입이 매우 어려운 구조
- **KEPIC 표준에 따른 국내 산업계 세계 원전해체시장 진출 도모**
 - 원전해체 경험 국가는 안전규제기준, 지침서 및 절차서에 따라 원전해체를 수행하고 있으나 관련 표준의 부재를 확인
 - 국내·외 규제기준에 부합하는 원전해체 표준을 개발하여 고리 1호기에 적용
 - 산업계 기술력을 축적하고 해체표준을 기반으로 세계시장에 진출 시, 선진국과 대등하게 경쟁

KEPIC 위원회



Advanced Standards
& Global Partner

KEPIC 정책위원회

- 정책위원회 : 1
- 전문위원회 : 11
- 분과위원회 : 36



원전해체 KEPIC 표준화 전략



Advanced Standards
& Global Partner

전세계적으로 노후원전 증가 해체시장 확대 예상 및 산업계 관심 증대

고리1호기 해체를 계기로 기술개발 및 해체시장 선점 위한 국가기술력 강화

해체법령체계 및 규제기준 이해로 원전해체 표준개발의 기반 마련

원전해체 용·복합 국내 R&D 기술의 효율적 적용 위한 KEPIC 표준화 연계

국내·외 규제기준에
부합하는 원전해체 표준 개발

국내 원전해체기술
세계시장진출 도모

THANK YOU





별도 붙임1 : 검토대상 원전해체 참조문서 (총 21종)

No	보고서번호	Title
1	TGR-4(2013)	Radiological Characterization for Decommissioning of Nuclear Installations
2	TGR-1(2012)	Management of Large Components from Decommissioning to Storage and Disposal
3	TRS No.439(2006)	Decommissioning of Underground Structures, Systems and Components
4	SRS No.77(2013)	Safety Assessment for Decommissioning
5	NEA #6187(2006)	Release of sites of Nuclear Installations
6	NEA #6403(2008)	Release of Radioactive Materials and buildings from Regulatory Control
7	WS-G-5.1(2006)	Release of sites from regulatory control on termination of practices
8	SRS No. 72	Monitoring for Compliance with Remediation Criteria for Sites
9	TRS No. 399(2000)	Organization and Management for the Decommissioning of Large Nuclear Facilities
10	TECDOC-1476 (2005)	Financial Aspects of Decommissioning

No	보고서번호	Title
11	TECDOC-1478 (2005)	Selection of Decommissioning Strategies: Issues and Factors
12	SRS No.50(2007)	Decommissioning Strategies for Facilities Using RMs
13	NW-T-2.1(2011)	Selection and Use of Performance Indicators in Decommissioning
14	NW-T-3.3(2009)	Integrated Approach to Planning the Re-mediation of Sites Undergoing Decommissioning
15	TRS No.467(2008)	Long Term Preservation of Information for Decommissioning Projects
16	TRS No.411(2002)	Record Keeping for the Decomm. of NFs: Guidelines & Experience
17	NG-T-2.3(2008)	Decomm. of NFs; Training and Human Resource considerations
18	TRS No.401(2001)	Minimization of radioactive waste from D/D of NFs
19	TRS No.441(2006)	Management of Problematic Waste and Material Generated During the Decomm. of NFs
20	SSR No.5(2011)	Disposal of Radioactive Waste
21	TEDCDOC-1572(2007)	Disposal Aspects of LILW Level Decommissioning Waste



별도 붙임2 : 원전해체 업무 구분 및 세부 업무분석 우선순위 도출(안)

No	소분류 해체업무 (Decommissioning Activity)	No	필수기술	No	보조기술
6	<u>Decommissioning Cost Estimate</u>	4	<u>해체물량 산정 및 비용평가</u>	10	해체경제성평가
8	Funding Assurance				
4	<u>Schedule</u>	2	<u>해체 공정 수립</u>		
3	<u>Management Structure</u>	1	<u>해체 전략·계획 수립</u>	13	지식 정보관리
7	Decommissioning Oversight				
13	Cultural Transition				
17	<u>D-Performance Indicators</u>				
14	D. Organization & Staffing	1	<u>해체 전략·계획 수립</u>		
59	<u>Exposure Estimate</u>	35	주민 피폭평가 및 분석		
		40	작업자 피폭선량 평가 및 분석		
		36	방사성유출물 감시프로그램		
65	<u>Occupational Safety Program</u>	15	<u>해체위험도 분석</u>	41	<u>오염도/선량변화 예측 평가</u>
		29	<u>방사선원항 평가</u>		
		33	<u>방사선 측정 및 평가</u>		
		38	<u>방사선방호 프로그램</u>		
		39	<u>오염관리(분류·감시· 방지)</u>		
32	E-Plan Program				
33	Fire Protection				
34	Security Program				
41	<u>Engineering Support Personnel (ESP) Training Program</u>				

39	<u>QA Program</u>	9	<u>품질보증 프로그램</u>		
52	Procedure Review Plan			11	3D 시뮬레이션
48	<u>Systems & Structures Decontamination</u>	25	<u>제염기술 평가 및 최적공정</u>	43	<u>유기착화제 분해</u>
42	<u>유기착화성 화학제염 공정</u>	44	<u>무착화성 화학제염</u>		
45	<u>분사 연마 제염</u>	47	<u>초음파 제염</u>		
51	<u>콘크리트표면 제염</u>	48	<u>전해연마 제염</u>		
		49	<u>나노복합유체 제염</u>		
		50	<u>플라즈마 제염</u>		
46	<u>RPV and Large Component Removal</u>	23	<u>절단기술 평가 및 최적공정</u>	57	고효율열적절단
47	RPV/Steam Generator (SG) Shipping	52	<u>Saw 절단(Band, Wre, Wheel 등)</u>		
		53	<u>고압수 절단</u>		
		54	<u>전단기 절단</u>		
		55	<u>Plasma 절단</u>		
		56	<u>산소 절단</u>		
		58	<u>원격 조작, 취급, 제어</u>		
50	<u>Deconstruction Power Study</u>	20	<u>해체시설 설계변경 및 격리</u>		

No	소분류 해체역무 (Decommissioning Activity)	No	필수기술	No	보조기술
54	<u>Integrated Schedule</u>	2	<u>해체 공정 수립</u>		
55	<u>Area Based Work Plan</u>				
56	Dismantlement Major Task Sequence	14	해체시설 구조적 안전진단 및 보강		
		21	<u>고방사선 원자로 해체방법론</u>		
60	Low-Level Liquid Waste Disposal	17	폐기물 운반용기 설계	70	슬러지 처리
61	Low-Level Solid Waste Disposal	24	<u>폐기물처리 기술평가 및 최적공정</u>	73	삼중수소 처리
63	Mixed Waste Disposal	65	콘크리트 폐기물 안정화	74	방사성 탄소처리 혼합폐기물처리
		64	콘크리트폐기물 감용	75	콘크리트폐기물/ 금속폐기물처리 재활용
		67	금속용융	76	
		68	액체폐기물 처리(여과·막분리·이온교환)	77	폐기물 재활용 안전성 평가
		69	기체폐기물 처리		
		78	드럼내 방사성핵종 측정 및 평가		
57	Historical Site Characterization Plan [Rad] Historical Site Characterization Plan [Non-Rad]	27	<u>시설의 방사선학적 특성조사</u>	82	<u>실시간 방사능 현장측정</u>
		28	시설의 물리화학적 특성 조사		
		29	<u>방사선 원형 평가</u>		
		30	<u>표면오염도 평가</u>		
		31	시료채취 및 핵종분석		
		32	비파괴 측정		
		33	방사선/능 측정 및 평가		
		79	지하수 오염평가		
31	LTP	87	최종 부지상태 평가	88	부지 규제해제 지침 개발
		88	부지 규제해제 안전성평가	86	부지 재이용 평가
		83	부지복원 지침 개발		
		84	오염지하수 복원		
		85	오염토양 제거		

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(확보기술)

	확보기술	기술개요
1	해체전략 계획수립 기술	해체전략 수립에 관한 확보기술로서, FDP 4장에 연계. 실적용 또는 인허가성 확보에는 추가 검토 필요(예, IAEA /NEA 해체전략 주요 인자 고려한 방법론 적용 등)
2	해체공정 수립 기술	원전해체 공정수립 위한 확보 기술로서, FDP 4장에 연계. 실적용을 위해 국내외 해체사례 및 공정분석을 통한 정형화(지속개선) 필요
3	사업관리시스템 종합프로그램	원전해체사업관리(공정, 비용, 성능평가 등)를 위해 확보된 기술로, FDP 2장에 연계
4	해체물량산정 및 비용평가	해체폐기물 선원항/오염도 평가를 근간으로 해체폐기물량 산정과 해체비용평가에 관한 기술. FDP 2장에 연계
5	해체산업안전 프로그램	해체과정 산업안전/재해 예방을 위한 산업안전 프로그램으로, FDP 6장에 연계
6	화재방호 프로그램	원전해체과정 중에 일어나는 화재의 예방/방호프로그램(FDP 11장 연계)
7	유지보수 프로그램	원전 영구정지 또는 해체과정에 기능유지가 요구되는 계통과 설비의 유지보수 프로그램. 해체시설격리와 연관

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(확보기술)

	확보기술	기술개요
8	보안프로그램	원전해체 과정중에 일어날 수 있는 테러 등에 대비한 물리적 방호 및 보안유지에 관한 기술
9	해체 경제성평가	원전해체의 경제성평가 기술(비용평가 등을 포함한 원전 이용주기 측면의 거시적 비용평가 관점). FDP 2장 연계
10	해체 3D 시뮬레이션	원전계통 및 해체과정을 3D 시뮬레이션 등을 통해 해체에 도움을 주는 기술
11	지식정보 관리	원전해체 과정 중에 형성되는 많은 자료와 형상 등을 저장하고 관리하는 기술
12	해체폐기물 운반용기 설계	해체과정에서 다양한 준위/크기/물량 발생으로 인해 해체폐기물의 운반용기에 관한 기술. FDP 9장에 연계되며, 처분장 인수조건 등과 연계
13	SF냉각 안전설계	원전 영구정지 및 해체과정 SF 냉각의 안전설계를 위한 확보기술
14	Defueled 안전성 평가	영구정지 기간 SAR 작성 및 인허가 관련으로 해체기간시설격리와 관련되며, 고리1호기 영구정지로 확보 기술
15	원자로해체 방법론	고방사선/능 또는 방사성오염 설비의 최적 해체방법(공정 등)에 관한 확보기술 (FDP 8장)
16	절단기술평가 및 최적 공정	다양한 열/기계/전기적 절단에 관한 기술로, 절단기술별 장단점을 평가하여 최적의 기술 선정(FDP 8장)
17	폐기물처리 기술평가 및 최적공정	해체과정에서 발생하는 다양한 액·기체 및 고체폐기물처리기술의 평가를 통한 최적 기술과 공정을 선정(FDP 9장)

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(확보기술)

	확보기술	기술개요
18	제염기술평가 및 최적 공정	다양한 계통제염(전기, 기계, 화학 등) 및 기기제염 기술을 평가하여 원전의 해체단계에 적합한 최적의 기술을 선정하는 것 (FDP 8장)
19	해체시설 구조물/계통/기기 재분류	원전해체과정의 구조물/계통/기기 등급을 재분류하여 해체시설 격리로 연계하는 기술
20	시설의 방사선학적 특성조사	원전의 선원향, 오염도 등을 직접 및 시료채집방법으로 조사하여 해체기술 선정의 필수이며, 많은 데이터를 바탕으로 FDP의 가장 많은 분량을 차지함(FDP 3장)
21	시설의 물리화학적 특성조사	원전의 물리화학적인 특성을 조사하는 것으로 방사선학적 특성조사와 병행 수행 (FDP 3장)
22	비파괴 측정	원전해체과정에서 재료를 파괴하지 않고 측정하는 기술
23	방사선측정 및 평가	원전해체과정 방사선/능/오염도/농도의 측정평가 기술
24	주민피폭선량 평가 및 분석	원전해체과정에서 방사성유출물로 인한 주민피폭선량평가에 관한 기술로, 기존의 ODCM 평가로 대체(FDP 6/8장)
25	방사성유출물 감시	원전해체과정에서 발생하는 방사성유출물을 측정·평가하여 감시하는 확보기술 (FDP 9/10장 연계)
26	방사선비상계획	원전해체과정의 방사선비상계획 및 대응기술
27	오염관리(분류감시방지)	원전해체과정에서 방사성오염의 관리기술로, 방사선학적 특성평가에 통합 가능

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(확보기술)

	확보기술	기술개요
28	작업자 피폭선량 평가 및 분석	원전해체과정에서 작업자가 받는 피폭방사선량을 측정 평가하는 기술(FDP 6/7장에 연계)
29	유기착화제 분해	계통 또는 기기제염 착화제를 분해하는 기술(FDP 8/9장)
30	초음파 제염	초음파를 이용한 제염방법(FDP 8장)
31	전해연마 제염	전해연마 제염기술(FDP 8장)
32	플라즈마 제염	플라즈마를 이용한 제염기술(FDP 8장)
33	콘크리트 제염	콘크리트 표면오염의 제염기술(다양한 장비 및 화학제품이 상용화되어 있음)
34	고압수 절단	원전해체를 위한 고압수 이용한 절단 기술(FDP 8장)
35	전단기 절단	원전해체를 위한 전단기를 이용한 기계적 절단 기술로, 주로 파이프 등의 절단에 이용(FDP 8장)
36	플라즈마 절단	플라즈마를 이용한 열적 절단 기술(FDP 8장)

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(확보기술)

	확보기술	기술개요
37	산소 절단	산소를 이용한 열적 절단 기술(FDP 8장)
38	액체폐기물처리(여과/막분리/이온교환수지)	원전해체과정중에 발생하는 액체폐기물을 여과, 막분리 및 이온교환수지 등을 이용한 처리기술(FDP 9장)
39	기체폐기물처리	원전해체과정중에 발생하는 기체폐기물(입자성물체)을 여과 등을 이용한 처리기술(FDP 9장)
40	고체 특수폐기물 처리(석면/PCB)	원전해체과정중 발생하는 고체폐기물중에 석면이나 PCB 등과 같이 혼합폐기물을 여과, 막분리 및 이온교환수지 등을 이용한 처리기술(FDP 9장)
41	드럼내 방사성핵종 측정 및 평가	방사성폐기물 드럼내 존재하는 방사성핵종을 직접 또는 간접 측정하고 평가하는 기술(FDP 9장)

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(미확보 기술)

	미확보기술	기술개요
1	해체시설 구조적안전 진단 및 보강	콘크리트 구조물(대표적으로 생체차폐콘크리트 등) 해체시 구조적 안전 진단 평가기술로, 예기평 과제(방사화 콘크리트 구조물 해체 실증시험 기술개발, ~20년) 진행중
2	해체위험도 분석	해체작업 시 방사선/비방사선학적 위험/위해도 평가기술로, FDP 입력 자료로 활용. 한수원 기술개발(고리1호기 해체를 위한 필수 및 보조기술 개발, ~19년) 진행중
3	해체시설 설계변경 및 격리	영구정지 및 해체시 필요한 설비제거/등급변경 기술로, 1단계 기술개발 완료(고리1호기 영구정지 운영변경허가 문서 개발), 해체시 기술은 필요시 개발 예정
4	해체 공정 난이도 평가	원전해체 비용산정인자(UCF)을 위해 해체공정 난이도를 평가하는 기술로, 일부 개발완료/일부 진행중(고리1호기 해체를 위한 필수 및 보조기술 개발, ~19년)
5	오염도·선량변화 예측 평가	해체작업중 방사선/능 오염도와 피폭선량을 예측하는 피폭방사선량평가 기술로, 한수원 개발중(고리1호기 해체를 위한 필수 및 보조기술 개발, ~19년)
6	유기착화성 화약제염	해체시 종사자 피폭저감 등을 목적으로 계통/기기 제염을 위한 계통제염 기술로, 예기평 과제 진행중(원전 해체설계를 위한 냉각재계통/기기 제염 기술 개발, ~18년)
7	원격 조작, 취급, 제어	해체시 작업종사자 피폭저감을 위한 고방사선환경하에서 원격해체절단 기술로, 예기평과제 진행중(방사화 압력용기·내부구조물 해체 실증시험 기술개발, ~20년)

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(미확보 기술)

	미확보기술	기술개요
8	오염 Resin 처리	오염계통의 정화/제염에 사용되는 페이온수지 처리기술로, 한수원/에기평 기술개발중(예, 처분안전성 확보를 위한 C-14 함유 중수로 폐수지 혼합물 처리기술 등)
9	슬러지 처리	계통에 존재하는 슬러지 및 해체 슬러지를 안정화/처리하는 기술로, 한수원 기술개발중(원전해체 유기폐액 및 슬러지폐기물 처리기술 개발, ~20년)
10	삼중수소 처리	원전운영 또는 해체 시 잔류하는 삼중수소의 안전한 처리기술로, 다양한 기술개발 진행중/진행예정(예, 해체원전 부지 오염 및 규제해제 안전성평가 기술개발 등)
11	폐기물재활용 안전성평가	금속/콘크리트 폐기물의 재활용(해제, 재이용포함)을 위한 안전성평가/입증기술로, 다양한 기술개발 중(예, 원전해체 폐기물 최적관리 및 특수폐기물처리 기술개발, ~21년)
12	부지복원 지침개발	원전해체부지의 재이용(개방)을 위한 복원지침으로, 한수원 기술개발완료(원전해체 부지 방사선 조사 및 복원 지침 개발). 운영허가 종료대비 추가 기술개발 필요
13	지하수감시 및 오염평가	해체원전 부지 지하수 시료채집(깊이, 양 등을 고려한 대표시료), 분석 및 평가 기술로, '18년 에기평과제 착수
14	오염 지하수 복원	부지내 지하수 오염제거 및 복원 기술로, 한수원/에기평에서 다양한 과제 수행중

원전해체 기술 표준화



Advanced Standards
& Global Partner

해체 기술 요약(미확보 기술)

	미확보기술	기술개요
15	부지 규제해체 지침/안전성평가	원전부지 재이용을 위한 규제해제/안전성평가 기술로, 운영허가 종료대비 기술개발 필요. 일부 유사 과제 진행중
16	부지 재이용 평가	원전해체 부지 재이용(개방) 기술로, 상기 기술(15)과 유사
17	실시간 방사능 현장측정	계통/건물/부지에 대한 방사능 신속측정기술로, 유사과제 진행중(예, 고정밀 3차원 신속 방사선측정 장비개발). 현장적용을 위해 스크리닝/시료채집 분석 비교평가 필요

최종해체계획서 기술항목

Advanced Standards
& Global Partner

항목	기술사항	항목	기술사항
1. 해체계획의 개요	1) 사업개요 2) 시설현황 3) 시설운영이력 4) 사고 및 방사능누출 이력	7. 방사선방호	1) ALARA 적용 2) 방사선방호 설계특성 3) 선량평가 4) 방사선방호계획
2. 사업관리	1) 조직 2) 인력 3) 비용 4) 재원확보	8. 제염해체활동	1) 제염해체방법 2) 구조물, 계통 및 기기의 제염 및 해체 3) 토양, 지표수 및 지하수 복원
3. 부지 및 환경현황	1) 부지현황 2) 환경현황 3) 방사선학적 특성	9. 방사성폐기물관리	1) 방사성폐기물의 발생 및 특성 2) 고체 방사성폐기물 관리 3) 액체 방사성폐기물 관리 4) 기체 방사성폐기물 관리 5) 혼합폐기물 관리 6) 운영중 발생 폐기물관리
4. 해체전략과 방법	1) 해체전략 2) 해체방법과 일정	10. 환경영향평가	1) 해체전 환경감시 2) 해체중 환경감시 3) 주민에 대한 영향
5. 해체용이성을 위한 설계특성과 조치방안	1) 설계특성 2) 조치방안	11. 화재방호	1) 화재방호
6. 안전성평가	1) 원칙과 기준 2) 피폭 시나리오 3) 선량평가 4) 잔류방사능 5) 비정상사건 6) 위해도	12. 기타	

※ (별도서류) 품질보증계획서