
한수원

해체 기술개발 현황 및 일정

한국수력원자력(주) 원전사후관리처

2017. 5. 17 (수)

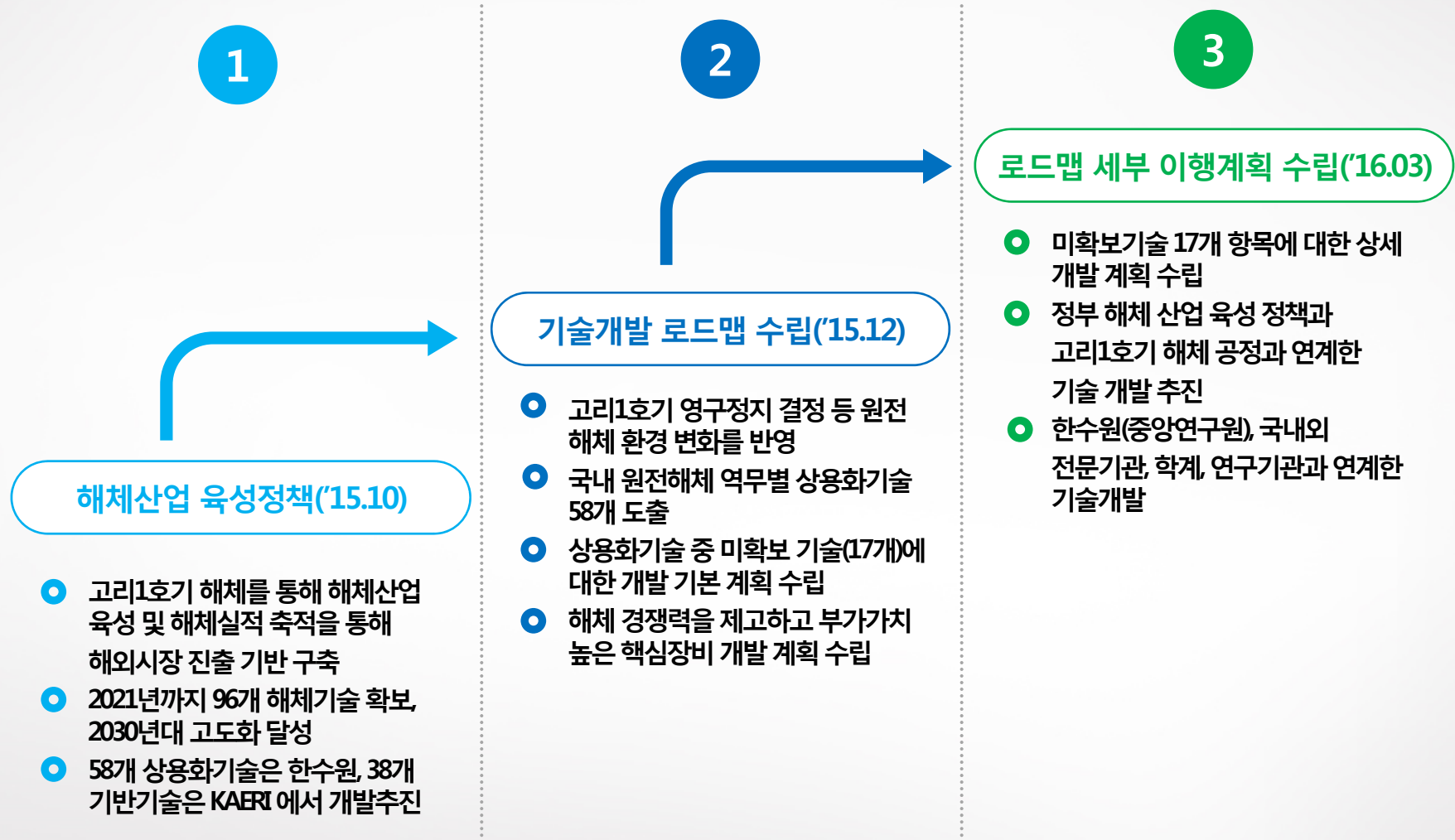


CONTENTS

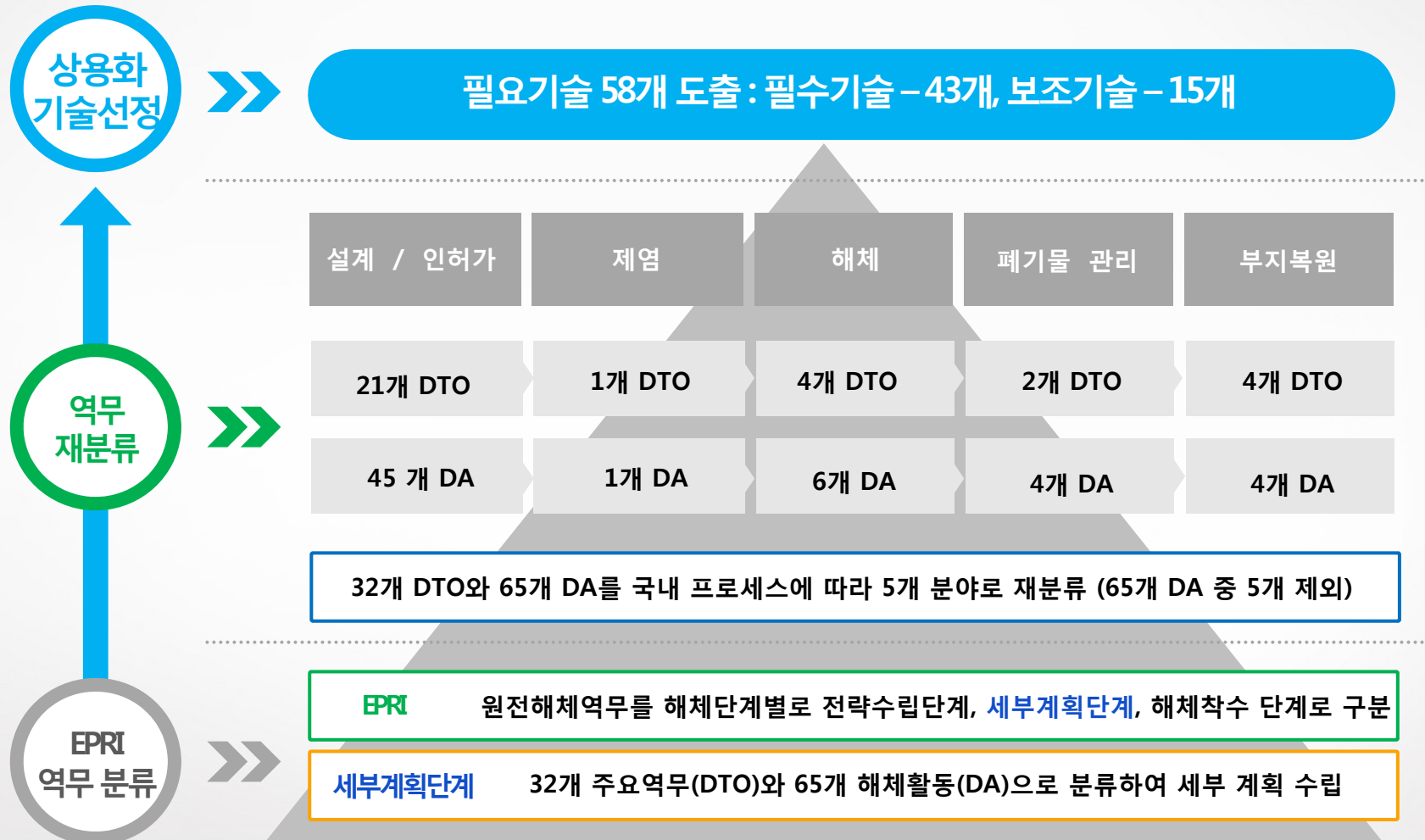
- 1 원전해체 상용화 기술개발
 - 2 해체계획서 개발
 - 3 원전해체 장비개발 개발
-

1

원전해체 상용화 기술개발



원전해체 상용화 기술 도출



○ 해체역무별 필요기술 분석을 통한 미확보 기술 도출

상용화
필요 기술
(58개)

필수기술 : 43개

원전해체에 필수적인 기술로서
고리1호기 해체 전까지 개발필요

보조기술 : 15개

원전해체의 안전성, 경제성, 효율성을
증진시키기 위한 기술로서 고리1호기
해체를 통하여 보완, 검증 가능



미확보
기술 도출
(17개)

국내 기술 개발 현황 분석

필수기술 : 10개

해체시설 구조적 안전진단
해체 위험도 분석
해체시설 설계변경 및 격리
오염 Resin 처리
유기착화성 제염기술
원격 조작, 취급, 제어
부지복원 지침 개발
오염지하수 복원
지하수 감시 및 오염평가
부지 규제해제 지침/안전성 평가

보조기술 : 7개

해체 공정 난이도 평가
오염도/선량변화 예측 평가
슬러지 처리
삼중수소 처리
폐기물재활용 안전성 평가
실시간 방사능 현장 측정
부지 재이용 평가

○ 원전해체 기술개발 로드맵

- 정부 해체산업 육성 정책과 우리회사 해체 추진 전략과 연계
- 독자적인 원전해체 상용화 기술 확보와 이를 통한 해외 진출 교두보 마련을 위하여 한수원 주도로 기술 개발 추진
- 한수원 내 기술개발은 중앙연구원에서 시행하며, 전문성 등을 고려하여 관련 산업체, 연구기관 등과 공동으로 개발 추진
- 고리1호기 해체 공정 우선순위를 고려하여 개발 일정 수립
- 후행주기 기술 확보를 통한 원전 전주기 기술 완성
- 국내 기술 확보를 통한 해체기술 자립 달성으로 해외 진출 기반 마련

기술개발 전략

조직과 일정

기대 효과

원전해체 기술개발 로드맵 : 개발 완료 목표 시점

<div>상업용전 (~ 2017.06)</div> <div>영구장지 (2017.06 ~)</div> <div>해체 (2022 착수 목표)</div>	필수기술	보조기술	
	2017	해체시설 설계변경 및 격리	
	2018	유기 착화성 화학제염 오염 Resin 처리 부지복원 지침 개발	해체공정 난이도 평가 오염도, 선량변화 예측 평가
	2019	해체위험도 분석	슬러지 처리 폐기물 재활용 안전성 평가 실시간 방사능 현장 측정
	2020	해체시설 구조적 안전진단 및 보강 원격 조작, 취급, 제어 지하수 감시 및 오염 평가	부지재이용 평가
	2021	오염 지하수 복원 부지 규제해제 지침/안전성 평가	삼중수소 처리

기술개발 현황 (정부과제)

소요 기술 내용	유기착화성 화학제염	오염 Resin 처리
과 제 명	원전해체설계를 위한 냉각재계통 및 기기 제염 상용기술 개발	C-14 함유 원전 폐수지 처리 및 안정화 기술
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동	휴비스워터 등
개발기간	2014.12 ~ 2018.09	2015.09 ~ 2018.08
개발목표	해체시 작업자 피폭저감을 위한 계통 및 기기제염 기술 개발	오염 폐수지 처분 이송 조건에 적합한 C-14 분리·제거 및 안정화 시스템 개발
개발내용	<ul style="list-style-type: none"> - 원전해체를 위한 원자로냉각재계통 제염 상용기술 개발 및 실증 - 원자로냉각재계통 기기별 제염 복합공정 개발 및 실증 - 제염폐기물 처리 신기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 활성탄 및 제올라이트 분리 공정 개발 - 폐수지에 부착된 크러드 탈착 공정 개발 - C-14 제거를 위한 혼상수지 분리 - 제염 폐수지 건조기술 개발

기술개발 현황 (정부과제)

소요 기술 내용	원격 조작, 취급, 제어	해체시설 구조적 안전진단 및 보강
과 제 명	방사화 압력용기/내부구조물 해체 실증시험 기술 개발	방사화 콘크리트 구조물 해체 실증시험 기술 개발
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동	한수원/전문기관, 기업 공동
개발기간	2016.11 ~ 2020.12	2016.11 ~ 2020.12
개발목표	RV/RVI 절단 해체 공정 및 원격 해체시스템 개발	방사화 콘크리트 구조물 해체시 구조적 안전진단 평가 기술
개발내용	<ul style="list-style-type: none"> - 방사화 RV/RVI 구조물 특성 평가 - 방사화 RV/RVI 구조물 절단해체 기술 개발 - 포장 및 운반용기 개발 - Mock-up 구축 및 실증 	<ul style="list-style-type: none"> - 방사화 콘크리트 구조물 특성평가 - 방사화 콘크리트 구조물 절단해체 - 구조물 안전성평가 기술 - Mock-up 구축 및 실증

● 기술개발 현황 (정부과제 - '17년 착수예정)

소요 기술 내용	부지 재이용 평가
과 제 명	원전해체 부지 방사선 조사 및 복원지침 개발
참여기관	주관기관: 중소중견기업
개발기간	3년 이내
연구목표	√ 원전해체 후 잔류방사능 측정 DB와 피폭선량 평가 SW 구축 및 검증 √ 해체 시나리오별 피폭선량 평가 모델 수립 및 표준 입력인자 개발 √ 운영 매뉴얼 및 기술배경서 작성

○ 기술개발 현황 (한수원 자체 과제)

소요 기술 내용	부지복원 지침 개발
과 제 명	원전해체 부지 방사선 조사 및 복원지침 개발
참여기관	한수원 단독 수행
개발기간	2015.12. ~ 2018.11.
개발목표	국제기준 및 국내실정에 적합한 원전해체 부지 방사선 조사 및 복원 지침 개발
개발내용	<p>부지 방사선 조사 지침 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해외 사례 조사 - 부지 단계별 방사선조사 방법 개발 - 측정 결과의 통계학적 처리 방법 수립 <p>부지복원 지침 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 부지 복원 계획 수립 방안 - 부지복원에 적용 가능한 기술평가 방안 - 지하수 감시, 평가 지침 및 상세 이행절차 개발 - 부지복원 기술 선정 지침 개발

기술개발 현황 (한수원 자체 과제)

소요 기술 내용	해체 위험도 분석	해체공정 난이도 평가	오염도, 선량변화 예측 평가
과 제 명	고리1호기 해체 방사선 특성평가 지침 작성 및 FDP 입력자료 생산		
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동		
개발기간	2016.05 ~ 2019.04	2016.05 ~ 2018.10	2016.05 ~ 2018.10
개발목표	위험도, 위해도 분석 및 정량적 평가방법 개발	최적 해체비용 산정을 위한 해체공정별 난이도 평가	작업구역 방사선량 미측정 위치 선량 예측 Tool 개발
개발내용	<ul style="list-style-type: none"> - 해체과정 비정상 사건 분류 및 위해도 평가 방법 개발 - 원전 해체과정 비방사성 위해도 평가방법론 개발 - 해체과정의 화재 위험도 평가방법 기준 제시 - 통합 안전성 평가 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 물량/비용 산정을 위한 공정 난이도 기준 제시 - 공정난이도 및 단위비용 인자 도출 - 해체공정 대표작업 목록별 WDF/UCF 반영 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업구역 방사선량 예측 프로그램 개발 - 제염 전후 선량향 평가 - 3D 소프트웨어/피폭선량 예측 알고리즘 통합

기술개발 현황 (한수원 자체 과제)

소요 기술 내용	슬러지 처리	폐기물 재활용 안전성 평가
과 제 명	원전해체 방사성폐기물 저감 관리방법 및 특수폐기물처리 기술 개발	
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동	
개발기간	2016.07 ~ 2019.06	
개발목표	방사성 슬러지 고건전성용기(HIC) 포장기술 개발	금속, 콘크리트폐기물 재활용 시나리오 및 방사선 영향평가 기술 개발
개발내용	<ul style="list-style-type: none"> - 해체 슬러지폐기물 특성조사, 분석, 건조 종합 평가 - 해체 건조 슬러지폐기물 고감용화를 위한 펠렛 성형장치 평가 - 슬러지 수집장치 개발 - 건조(펠렛화) 슬러지 HIC 주입설비 제작 	<ul style="list-style-type: none"> - 금속 및 콘크리트 재활용기술 및 시나리오 개발 - 콘크리트폐기물 재활용 시나리오별 방사선 영향평가 타당성 검증 및 안전성 평가 - 금속폐기물 재활용 시나리오별 방사성 영향 평가 타당성 검증 및 안전성 평가 - 금속/콘크리트폐기물 재활용 실증설비 개발

○ 기술개발 현황 (한수원 자체 과제 - '17년 착수예정)

소요 기술 내용	실시간 방사능 현장측정
과 제 명	원전해체용 대면적 방사능 오염평가
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동
개발기간	2017.06. ~ 2019.05.
개발목표	원전해체 대면적 방사능오염측정 장비 및 방법 개발
개발내용	<p>대면적 방사능오염측정장비 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대면적 방사능오염측정장비 설계 및 개발 - 대면적 방사능오염측정장비 교정기술 및 불확도 평가방법 개발 <p>대면적 방사능오염평가방법 및 절차 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대면적 방사능오염평가 실증시험 수행 - 대면적 방사능오염평가를 위한 통계분석/검증 알고리즘 구현

기술개발 현황 (한수원 자체 과제 - '17년 착수예정)

소요 기술 내용	지하수 감시 및 오염 평가	오염 지하수 복원	부지 규제해제 지침 / 안전성 평가	삼중수소 처리
과 제 명	원전해체 부지 오염 평가기술 및 규제해제 안전성 평가기술 개발			
참여기관	한수원/전문기관, 기업 공동			
개발기간	2017 ~ 2020	2017 ~ 2021	2019 ~ 2021	2018 ~ 2019
개발목표	In-Situ 지하수 자동 감시 시스템/오염평가 종합 프로그램 개발	해체원전 부지내 오염 지하수 복원기술 개발	부지해제 지침서 및 복원/재이용을 위한 안전성 평가 시스템 구축	액체 및 고체폐기물 내 삼중수소저감기술 개발
개발내용	<ul style="list-style-type: none"> - In-Situ 지하수 감시 자동화 시스템 개발 - 지하수 오염원 특정 (Identification) 기술 개발 - 지하수 오염평가 종합 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - Engineered Confinements에 의한 지하수 복원 기술 개발 - Bioremediation을 이용한 지하수 복원 기술 개발 - Phytoremediation을 이용한 지하수 복원 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 부지개방 기준 DCGL 계산 및 인허가 적합성 평가 - 부지 규제해제(방사능준위 조사 평가) 지침 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 삼중수소 처리기술 개발 타당성 평가

기술개발 현황 (한수원 자체 과제 - 기타)

소요 기술 내용

해체시설 설계변경 및 격리

현재

- 한수원 자체 과제로 '고리1호기 영구정지 운영변경 허가 문서 개발' 과제 수행 중
- 영구정지 기간 중 해체 준비를 위한 발전소 운영 방안 수립 가능



계획

- 인허가 승인 후 설계변경 등 운영변경 사항 자체 추진 예정

2

해체계획서 개발

○ 국내 원전해체 규제체계 : 관련 법령



'15.1.20 : 일부 개정/공포('15.7.21부터 시행)

- 건설 및 운영허가 조건 개정(예비해체계획서 제출 추가)
- 해체계획서 작성에 관한 사항 및 주민의견수렴, 원안위 보고 등



'15.7.23 : 원안위 고시 제2015-8호

- 해체계획서 작성에 관한 규정

'16.12.29 : 원안위 고시 제2016-32,33호

- 해체상황 확인점검(6개월 주기), 해체완료 후 부지 재이용 기준(0.1mSv/y)

○ 국내 원전해체 관련 인허가 제출 문서

구 분		조 치 사 항	근 거 (원자력안전법)
건설 운영	예비해체계획서 제출/승인	원전사업자는 건설허가 신청시 <u>예비해체계획서</u> 를 원안위에 제출 (운영단계에서는 달라진 부분만 제출)	법 10조2항 법 20조2항
		(예비해체계획서 주요내용) 조직 및 비용, 해체방법, 방사선환경영향평가 등	규칙4조5항
갱신	예비해체계획서 갱신 보고	원전사업자는 주기적(10년)으로 <u>예비해체계획서</u> 를 갱신하여 원안위에 보고	법 92조의2 규칙122조의2
영구 정지	운영변경허가신청	원전사업자가 해당 시설을 영구정지하려는 경우 원안위에 변경허가 신청/승인	법 21조2항
해체	주민의견수렴	원전사업자는 <u>최종해체계획서 초안</u> 을 공람하게 하거나 공청회 등을 개최하여 주민의견을 수렴	법 103조2항 영143조~146조
	해체승인 신청 (<u>최종해체계획서</u> 등)	원전사업자는 영구정지를 위한 운영변경허가를 받고 영구정지한 날로부터 5년 이내에 원안위에 <u>해체승인 신청</u> 제출 - <u>최종해체계획서</u> / 해체 품질보증계획서 / 주민의견 수렴결과	법 28조1항 영 423조의2 규칙22조1항·3항
	해체상황 보고	원전사업자는 해당 시설에 대한 <u>해체상황</u> 과 <u>해체완료결과</u> 를 원안위 에 보고 원안위는 <u>해체상황 점검</u> 및 <u>해체완료 검사</u>	법 28조3항~7항 규칙23조의2~5
종료	운영허가 종료	원안위는 <u>해체검사</u> 를 완료할 때에는 원전사업자에 <u>운영허가 종료</u> 를 통지	법 28조8항·9항

○ 예비해체계획서

작성 근거

- 원자력안전법 제10조 제2항
 - 건설허가 신청시 허가신청서에 해체계획서 첨부하여 위원회에 제출
- 원자력안전법 제20조 제2항
 - 운영허가 신청시 허가신청서에 해체계획서(건설허가 신청시와 달라진 부분만) 첨부하여 위원회에 제출
- 원안위 고시 '원자력이용시설 해체계획서 등의 작성에 관한 규정'에 따라 작성

주요 내용

- 원전의 건설(또는 운영허가) 시 해체에 관한 기본 정보, 비용 조달, 기본가정, 해체전략, 운영·보수 시 해체 필요 기록 유지방안 위주 작성
- 원전의 운영 시 주기적인(10년) 업데이트를 통한 유효성 확보 및 영구정지 후 최종해체계획서(FDP) 작성의 기초자료로 활용

예비해체계획서 개발 현황

- 신고리 5,6 승인, 신한울 3,4 제출
- 건설 및 운영원전 28개 호기 IDP 작성 중(총 16개 IDP)

예비해체계획서 개발 일정



○ 최종해체계획서

작성 근거

○ 원자력안전법 제28조 제2항

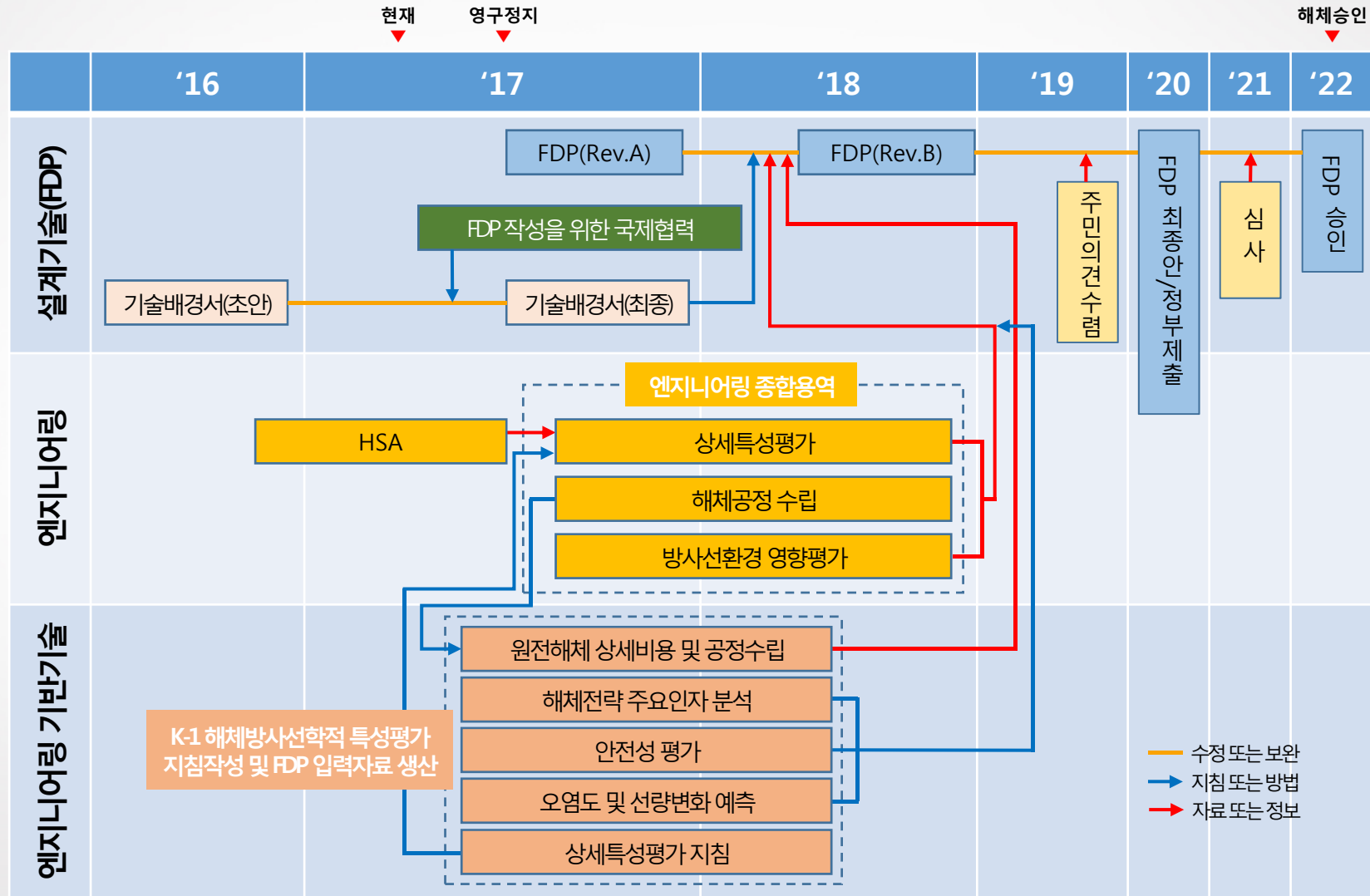
- 발전용원자로 및 관계시설의 해체 승인을 받으려는 자는 승인신청서에 해체계획서 첨부하여 위원회에 제출

○ 원안위 고시 '원자력이용시설 해체계획서 등의 작성에 관한 규정'에 따라 작성

작성 내용

- 원자력발전소를 영구적으로 정지한 후, 해당 시설과 부지를 철거하거나 방사성오염을 제거함으로써 법 적용대상에서 배제하기 위한 모든 활동을 기술
 - 예비해체계획서와는 달리 해당 발전소의 실제적인 해체를 위해 적용되는 기술, 기기, 비용, 조직, (방사선)안전 관리 방안 등 전반적인 사항 기술

○ 최종해체계획서 개발 일정





3

원전해체 장비개발 계획



● 정부부처 『안전하고 경제적인 원전해체와 원전해체산업 육성을 위한 정책방향(안)』(15.10.5)

- 원격제어·계통제염설비, 이동식 해체장비 등을 중심으로, 산업계의 장비개발 수요조사 추진
- 장비관련 해외기술 파악 및 개발 필요성 등을 산학연 공동 조사 분석

- **II융합성, 산업계 파급효과, 폐기물 저감 필요, 안전성 강화 등 우선 감안**
- **해외 장비시장 진출 등을 고려, 대기업-중소기업간 협업개발 필요**

*핵심공정인 제염·해체·절단 등 장비시장은 해체시장의 10%내외추정

- **고리1호기 해체에 적용할 수 있도록 맞춤형 설계·제작기술 확보 요구**

- 이동식 모듈형, II융합 등 해체공정 서비스와 연계하여 해체 경쟁력을 제고하고 부가가치 높은 **핵심장비를 개발** (산업부/한수원, 21년까지 500억 투입)

● 4대 핵심장비(예시)

1차 계통 제염장비	고방사능 원격절단 장비	대량폐기물 연마장비	방사능 정밀측정 장비

○ 한수원 『원전해체 기술개발 로드맵(안)』(15.12.11)

• 개발전략

- 해체 경쟁력을 제고하고 부가가치 높은 핵심장비 개발
- 해체폐기물 처리시설에 필요한 장비개발
- 개발 장비의 현장 활용성 담보: 이동식 및 모듈형 장비 채택 등
- 대기업-중소기업 공동 장비개발로 중소기업 기술력 제고 및 개발된 장비 현장 활용

• 수요조사

- 원자로 원격절단시스템, 냉각재계통 제염설비, 이동식 방사능측정 장비 등 대상
- 산업계 파급효과, 폐기물 저감, 안전성 강화 등 우선 감안하여 해외기술 파악 및 개발 필요성 분석

• 추진방안

- 수요조사에 의해 개발 필요성이 도출된 핵심장비에 대하여 산업부/한수원 공동 개발 추진
- 대기업-중소기업 컨소시엄 중심 개발
- 고리1호기 해체적용 및 피드백을 통한 성능개선

○ 국내 산업체 원전해체 활용가능 장비 보유현황

- 가동원전 운영, 해체유사경험(대형기기교체등) 관련장비 등 활용가능 장비 조사
 - 국내 원전해체관련 산업체 현황조사, 한수원, '16.02~'16.09

분야별 장비보유 현황

해체준비

·업체-두산중공업 등 3개
·장비-3D 스캐너 등 9개

해체시공

·업체-한전KPS 등 10개
·장비-배관절단 장비 등 25개



부지복원

·업체-한국전력기술 등 10개
·장비-오염토양 제염장비 등 24개

폐기물 관리

·업체-한전KPS 등 13개
·장비-화학제염 장비 등 47개

○ 원전해체 개발장비 선정

- 해체장비 개발관련 산학연 의견 수렴을 통한 개발장비 11개 선정
 - KAERI, 두산중공업 등 장비개발 참여업체 개발경험 협의결과 반영
 - 분야별 산학연 전문가 자문회의를 통한 개발장비 선정 및 의견수렴
- 개발장비의 적용성에 따라 전용장비, 범용장비로 구분
 - 전용장비: 설계특성이 반영된 고리1호기 전용장비
 - 범용장비: 후속호기 해체현장에도 적용가능한 범용장비
- 개발장비외 필요장비는 상용장비를 활용하되, 필요시 추가장비 개발

구분	해체준비	해체시공	폐기물 관리	부지복원
전용장비	▪계통제염	▪RV/RM 절단 ▪방사화 콘크리트 절단	▪폐기물 종합처리	
범용장비	▪비용·물량·공정 통합평가	▪이동식 작업장 ▪원격 제염해체	▪폐기물 방사능 측정	▪토양 현장 제염 ▪토양 자동 분류 ▪대면적 방사능측정

○ 해체장비 개발전략

• 기본전략

- 정부 해체산업 육성정책에 연계한 장비개발 추진
- 불연속적인 국내 해체시장을 고려, 장비관련 지식재산권 확보
- 성공적인 해체사업을 위한 단계별 장비개발 진행
- 고리1호기 해체일정 등을 고려한 순차적인 장비확보 일정 수립

• 추진체계

- 전용장비는 한수원 주도 장비개발
- 범용장비는 전문 중소기업 중심으로 장비개발 추진

원전해체 장비개발 계획

역무	세부과제	구분	영구정지 계통제염				해체승인				SF이송완료				부지복원					
			'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30			
해체 준비	계통제염	전용	정부과제(계통제염기/제염) 사업적용																	
	물량비용·공정 통합평가	범용	사내과제(해체물수보조) 기술 개발 사업적용																	
해체 시공	RV·RVI 절단	전용	정부과제(RVRM 해체 실증 기술 개발) 사업화 및 추가장비 개발 사업적용																	
	방사화콘크리트 절단	전용	정부과제(방사화 콘크리트 해체 실증 기술) 사업화 및 추가장비 개발 사업적용																	
	이동식 작업장	범용			타당성조사	중소기업과제 추진		사업화 및 추가장비 개발				사업적용								
	원격 제염·해체	범용		정부과제(전문기업주관) 추진				사업화 및 추가장비 개발				사업적용								
폐기물	폐기물 종합처리	전용	해체 정책 결정에 따라 요소 장비 개발													사업적용				
	폐기물 방사능 측정	범용		타당성조사	공기업협력사업		사업화 및 추가장비 개발				사업적용									
부지 복원	토양 현장 제염	범용										타당성조사	정부과제 추진	사업화	사업적용					
	토양 자동 분류	범용										타당성조사	정부과제 추진	사업화	사업적용					
	대면적 방사능 측정	범용	타당성조사	사내과제 추진		사업적용														

감사합니다



한수원은 모든 국민이 더 행복한 삶, 더 편리한 삶, 더 안전한 삶을 누릴 수 있도록
다양한 사업을 운영하고 있습니다.

