

# 혁신형 SMR 개발 계획

2021. 10.

한국수력원자력(주) 중앙연구원 허 선

# CONTENTS

---

- 1 추진 배경
  - 2 개발 현황
  - 3 혁신형 SMR 개발 목표
  - 4 혁신형 SMR 개념안 및 개발 계획
-

## 슬라이드 2

---

차1

`20년 개념개발 일정이 완료되었는데, 최상위 요건에 대한 규제측에 전달할 말이 있는지 검토 및 그에 대한 내용 삼임 검토  
차정훈, 2021-05-26

# I. 추진 배경

## ● 배경

- ❖ 대형 원전 초기 투자 비용 증가
  - 수용성 저하, 안전기준 강화 → 건설공기/비용 증가
- ❖ 노후 발전소 대체 및 개발도상국 수요 증가
  - 기존 발전소 대체, 기존 송전망 활용 → 중소형 발전 선호
- ❖ 기후변화 대응 및 탄소 중립
  - 신재생 설비용량 증가, 태양광 및 풍력 등의 간헐성 → 저탄소 보조 전력원 필요
    - 국제에너지기구: '탄소중립 실현을 위해 재생에너지와 함께 원자력발전설비도 증가'
    - 국제원자력기구: 재생에너지 증가시, 대형 대비 중소형 원전 점유율 증가
- ❖ 원자력 생태계 유지
  - 가동원전 안전운영 기반 유지, 신성장 동력 발굴

## ● 전세계적으로 70여종의 SMR 개발중

- ❖ 미국 및 러시아 등 원자력 선진국 주도
- ❖ Gen-III 및 Gen-IV (HTGR, FBR, MSR 등) 개발 경쟁중
- ❖ 경수로형은 대부분 '30년 이전 상용화 목표
- ❖ 국내 산·학·연 여러 기관에서 독자 모델 개발 중

## II. 개발 현황 (1/3)

### 산학연 협력체계 구축 및 개발방안 수립

- 한수원-KAERI 간 논의 개시
  - ❖ SMR 개발 방안 검토 ('19.6 ~)
  - ❖ 한수원-KAERI간 협력방안 논의 ('19.10)
- 혁신형 SMR 추진위원회 ('20.5~)
  - ❖ '혁신형 SMR 개념 개발' 과제 착수 ('20.4)
  - ❖ 산학연 전문가 15인으로 구성
  - ❖ 산학연 협력체계 및 개발방안 논의
- 혁신형 SMR 포럼 ('20.9)
  - ❖ 산학연 기관 대표, 비원자력계 포함
  - ❖ SMR 개발 필요성에 대한 공감대 형성
  - ❖ 개발 방안에 대한 의견 청취
    - 정부 지원 및 규제 연구 필요성 도출



## II. 개발 현황 (2/3)

### 국회포럼 개최 ('21.4.14, 9.15)

- 혁신형 SMR 국회포럼 (2회, 분과 1회)
  - ❖ 위원장 : 이원욱, 김영식 의원
  - ❖ 위원 : 국회(16), 산(7), 학(10), 연(3), 관(4) 등
  - ❖ 주제 : 신성장동력 창출과 산업생태계 활성화를 위한 혁신형 SMR 추진전략, 글로벌 원자력시장의 Game Changer.
- 주요 토의 내용
  - ❖ 수출 경쟁력 확보 및 수출사업화 환경 조성
  - ❖ 적기 개발을 위한 정부 지원
  - ❖ 혁신 원자로 인허가를 위한 규제 기반

→ 예타 지원 및 법률 개정안 마련을 위한 TF 운영



## II. 개발 현황 (3/3)

### 개발 목표 및 기술개발 현황

#### ● 개발 목표

- ❖ 2028년 인허가 확보 ('30년 이전 수출시장 진입)
- ❖ 개발/설계 (5년) + 인허가 (3년)

#### ● '혁신형 SMR 기술개발 (I)' 과제 착수

- ❖ 기간/예산 : '21.1 ~ 23.12 (3년) / 약 500억원
- ❖ 참여기관 : 한수원, KAERI, 설계사, 학계 등
- ❖ 주요 내용 : 개념설계 및 기본설계

#### ● 표준설계 및 인허가를 위한 예비 타당성 조사 수행

- ❖ 주관: 과학기술정보통신부 / 산업통산자원부
- ❖ 공개 기술수요 조사(5/17) 및 공청회 개최(8/16)
- ❖ 예타 신청 및 기획보고서 제출(9/2)
  - '21.11 본심사 착수 → '22년 상반기 예산 반영 계획

# III. 혁신형 SMR 개발 목표 (1/3)

## 안전성 목표



### 후쿠시마에서 안 같은 사고 제로

### 주민 소개 불필요

#### Emergency Planning Zones

### 전기가 필요 없는 안전계통

### 강력한 내진설계

### CDF < 1e-9, LERF < 1e-10 / M·Y



### III. 혁신형 SMR 개발 목표 (2/3)

#### 경제성 목표

**타전원 대비 경쟁력 확보**

※ Source : <https://www.jeiusori.net/news/articleView.html?idxno=11111>  
<http://www.hani.co.kr/arti/economy/global/878447.html>



대형원전 수준 발전단가(50~70 \$/MWh)

**수출시장 주도**



※ Source : <https://news.joins.com/article/23578730>



**건설 물량 대폭 축소**



- 피동안전계통 펌프/밸브 대폭 감축
- 모듈 설비 공유 확대

**건설 공기 : 24개월**



- 공장 제작 / 내륙수송
- 건설 모듈화, 계통 모듈화

**신재생 연계 / 자음 탄력 운전**



- 태양광·풍력 간헐성 극복
- 그린 수소 생산

### III. 혁신형 SMR 개발 목표 (3/3)

#### 운전 및 유지보수성 목표

##### 계통 및 안전설비 단순화

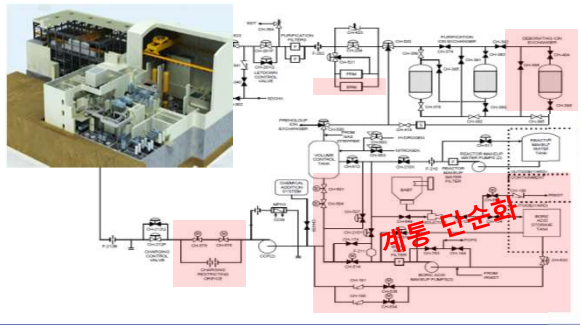


Diagram illustrating the simplification of the power system and safety equipment. A red box highlights the text '계통 단순화' (System Simplification).

##### 운전원 대폭 감소



- 계통/정상/정지 운전 자동화
- 사고시 운전원 조작 불필요

##### 사용후 핵연료, 폐기를 저감



※ Source : <https://www.energytimes.kr/news/articleView.html?idxno=55657>  
에너지타임즈

- 장주기 노심 설계
- 무붕산 반응도 제어

##### 인공지능, IoT 활용 운전/정비 지원



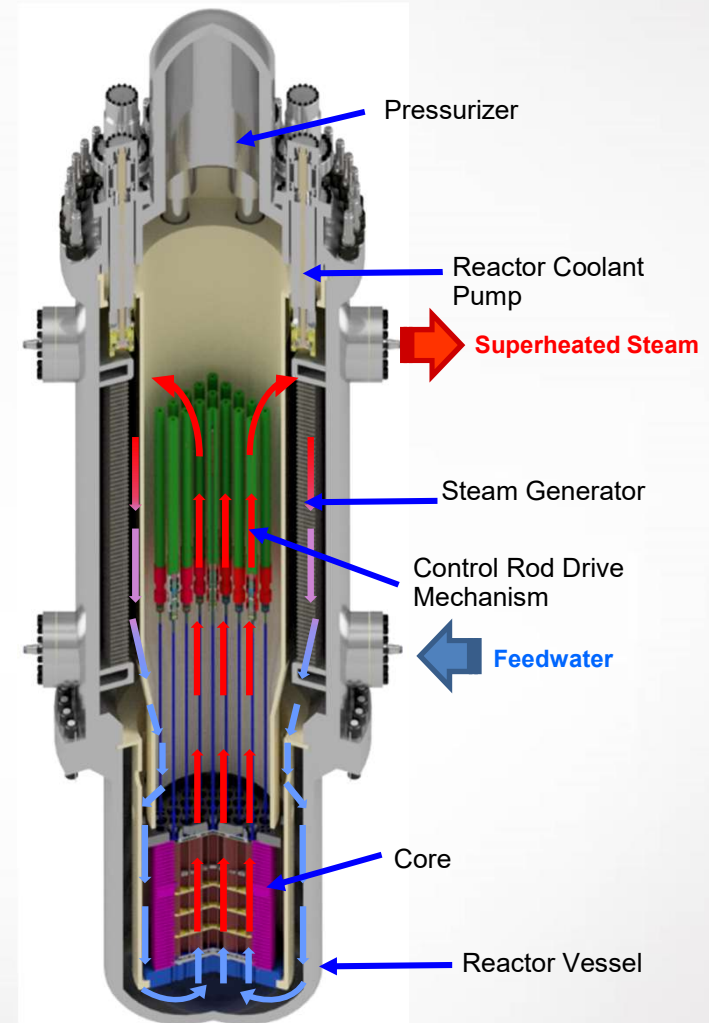
- AI 활용 계통 자동운전
- IoT 원격 진단 예측



## IV. 혁신형 SMR 개념안 및 향후 계획 (1/2)

### 원자로 냉각재 계통 개념안

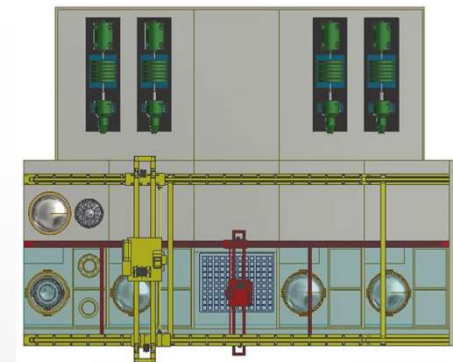
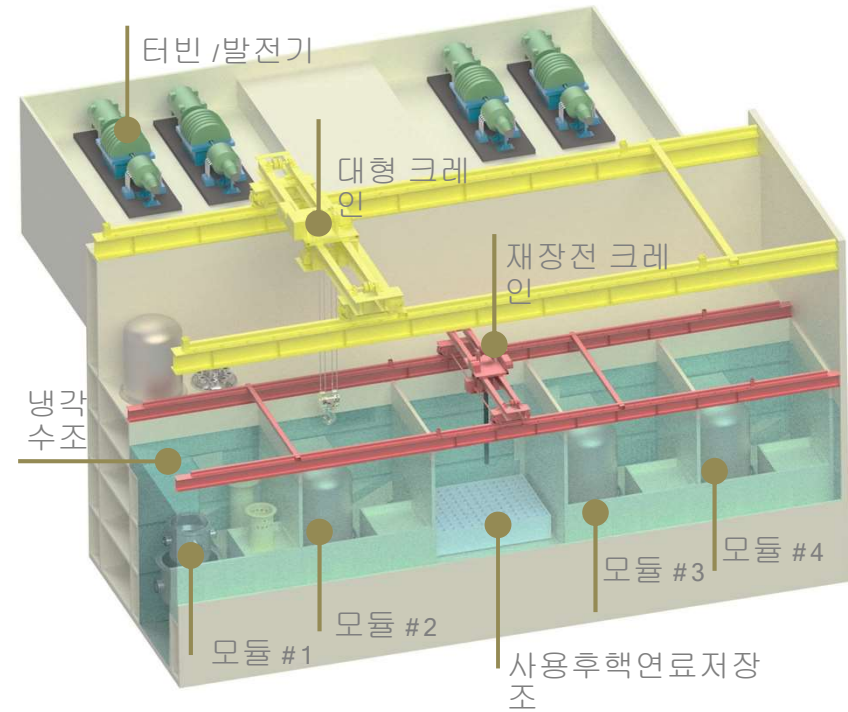
- 일체형 원자로
  - ❖ LB-LOCA 배제
  - ❖ 공장 제작, 건설공기 단축
- Canned motor RCP
  - ❖ 체적/중량 대비 열 출력 증대
- 콤팩트 나선형 SG 배치
- 무붕산 노심 설계
  - ❖ 540 MWth (17x17, 2.4m, 69 FAs)
  - ❖ CVCS 계통 단순화, 폐기물 감소
  - ❖ 장기냉각시 붕산석출/재임계 문제 해소
- 내장형 CRDM
  - ❖ 제어봉 이탈사고 배제
  - ❖ RV 관통부 최소화



## IV. 혁신형 SMR 개념안 및 향후 계획 (2/2)

### 원자로건물 배치 개념안

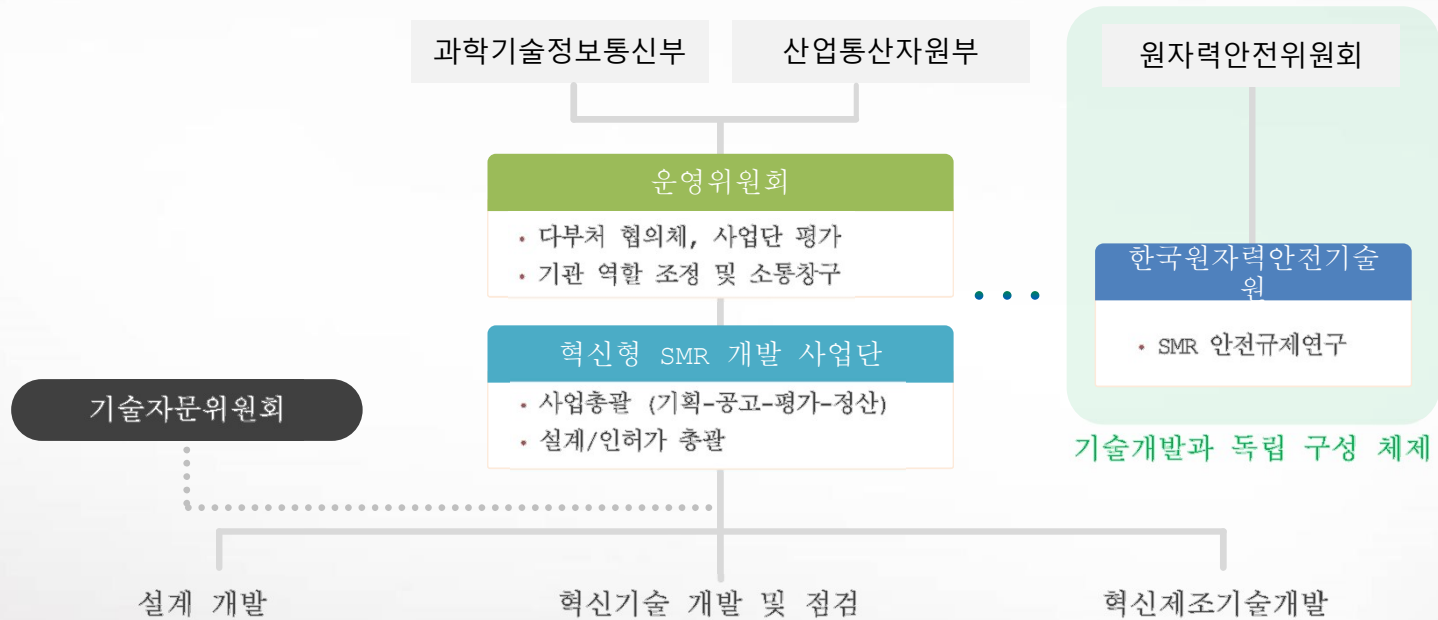
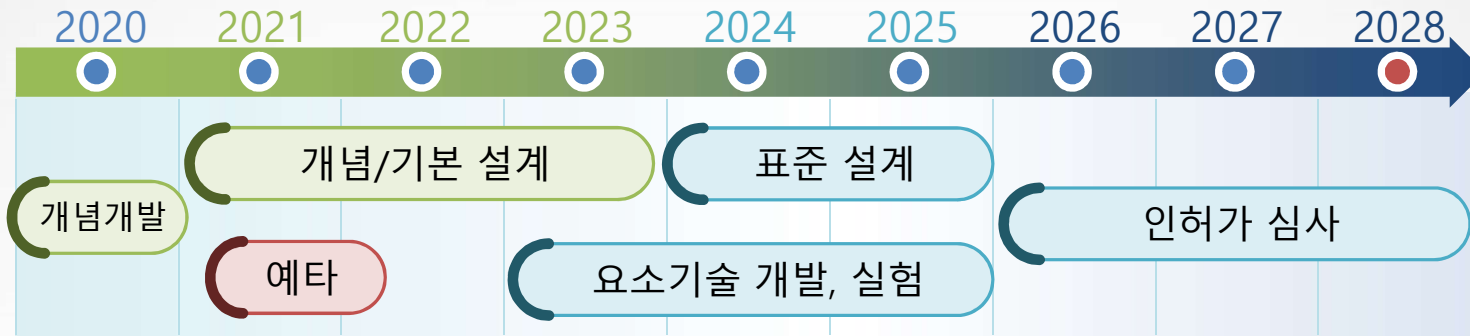
- 콘크리트 원자로건물
  - ❖ 항공기 충돌 등 외부사고 대비
  - ❖ 비내압, SC구조 적용
- 4개 모듈 기본 배치
  - ❖ 건설 물량 저감, 운영 편의
  - ❖ 크레인 등 공유
- SFP 일체형 대형 냉각수조
  - ❖ Pool형 안전급 최종 열제거원
  - ❖ 물+공기 장기 냉각
- 안전급 펌프/전원 배제
  - ❖ Fail-safe 피동안전 개념 적용
  - ❖ 비안전급 AC/DC 설계





# IV. 혁신형 SMR 개념안 및 향후 계획 (2/2)

## 표준설계 및 인허가 계획



※ 60개 과제, 약 5,800억원 규모 / 적기 사업화를 위한 산학연 역량 결집 필요



**THANK  
YOU**