

KNS 춘계학술대회 워크숍 F

혁신형 SMR 기술개발 현황

2024. 5. 8

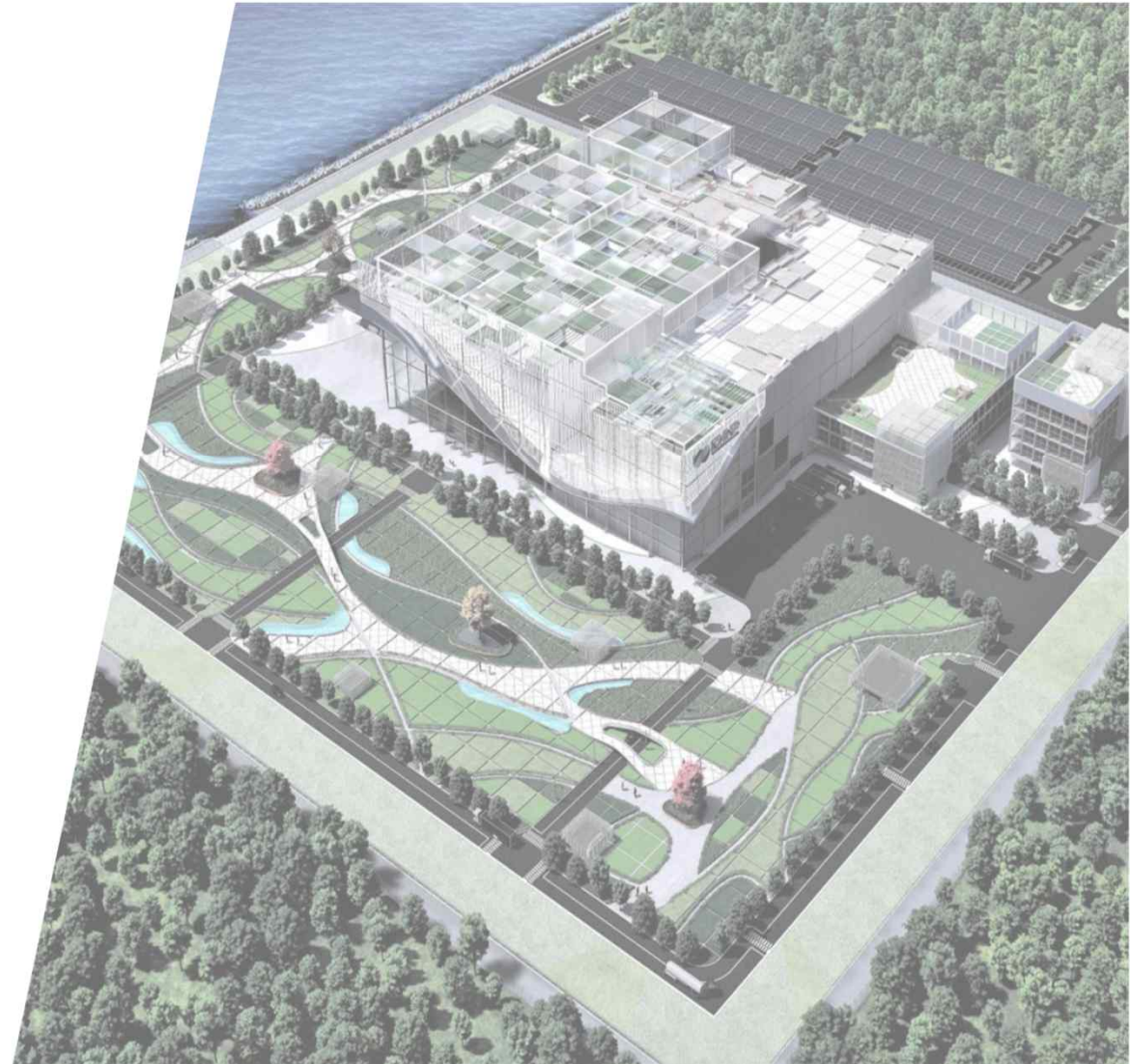
 **한국수력원자력주**
KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD.

중앙연구원
이상원



Contents

- I. 혁신형 SMR 기술개발 마일스톤
- II. 연구개발 추진현황
- III. 주요 연구결과
- IV. 혁신형 SMR 표준설계 인허가 추진



I. 혁신형 SMR 기술개발 마일스톤



- **[1단계] 개념 및 기본설계 완료 ('23.12 / 사내과제)**
 - ❖ 주관/참여기관: 한수원 / KAERI, 한기, KNF, 두산, 학계 등
 - ❖ 연구개발 목표: ①최상위요건서(TTR) 개발, ②기본설계 완료

과제명	연구기간	사업비	공정율
혁신형 SMR 기술개발 (I): 개념설계 및 기본설계	`21.01~`23.12	499.0억원	100.0%

- **[2단계] 글로벌 SMR 시장의 적기 대응 위해 표준설계 완료 ('25.12 / 정부과제)**

II. 연구개발 추진현황 : 주요 회의, 워크숍, 전시 및 홍보 등 (354회↑) (1/3)



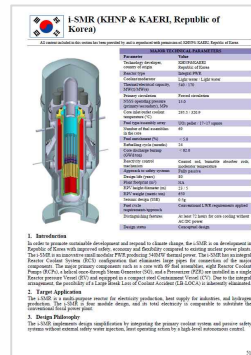
- **국회포럼 4회** ('21.7, '21.9, '22.4, '22.11)
 - ❖ 'i-SMR' 추진필요성 및 예타기획 공감대확보(정부, 규제기관, 학계 등 약 200명 참석)
- **규제기관 설명회 9회** ('22.6, '22.9, '22.10[3], '22.11, '23.6, '23.8, '23.11)
- **종합 진도점검회의 26회** (매월, PRM, PM, APM 회의)
- **기술분야별 현안회의 기술회의 282회**
- **IAEA 기술회의(NHSI 등) 참석 및 발표 6회**
 - IAEA Booklet, Advances in SMR Technology Developments에 등재(2023)
 - OECD NEA, SMR Dashboard 등재 추진중
- **EPRI 공동연구 수행 및 워크숍 등 국내외 협력활동 16회**
- **각종 전시 및 홍보 15회**



IAEA 기술전시회('22.9)



홍보 모형



IAEA SMR Booklet



크리스탈 모형



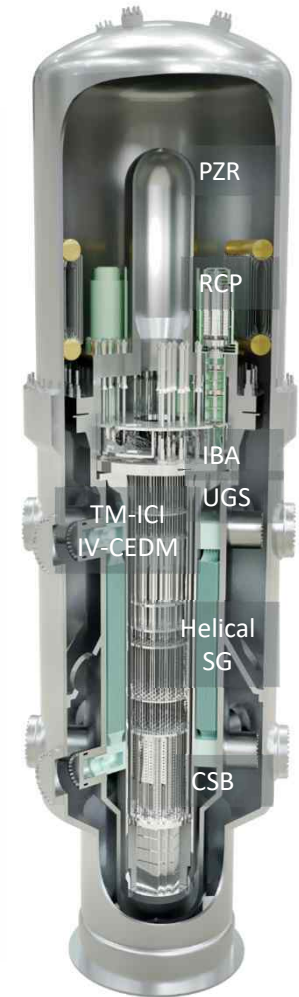
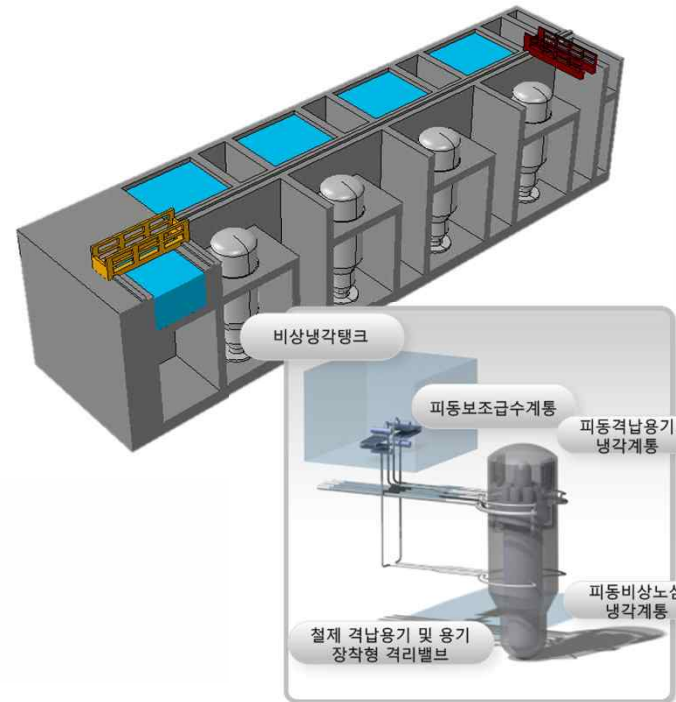
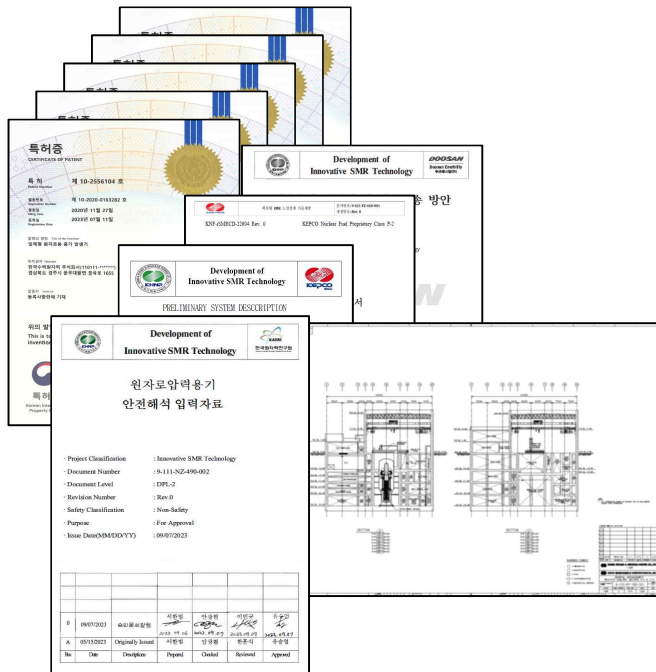
한글 브로슈어



기후산업 국제박람회('23.5)

II. 연구개발 추진 현황 : 주요 성과물 (657건) (2/3)

- 기술개발 보고서 462건, 계산서 44건, 도면 56건 생산 ('21.1~'23.12)
- 지적재산권 95건
 - ❖ 특허 분쟁 소지 원천 배제한 i-SMR 고유 설계안 등 지재권 다수 확보
 - 국내(출원 64건, 등록 21건), 국외(PCT 출원 7건, 개별국가 출원 3건)



II. 연구개발 추진 현황: 사전 설계 검토 추진 (3/3)

● 사전인허가 수행

- ❖ (설계현황 분야) 규제기관 대상 기술개발 현황 설명회('22.6.~'22.10., 4회)
- ❖ (기술보고서 분야) 규제기관 대상 기술보고서 7종에 대한 설명회 시행('23.6~'23.10, 3회)
- ❖ (사전설계검토 착수) 사전설계 검토 착수공문 및 관련서류 제출('23.10.27)
 - 발전소설계설명서, 격차분석보고서, 기술보고서 7종

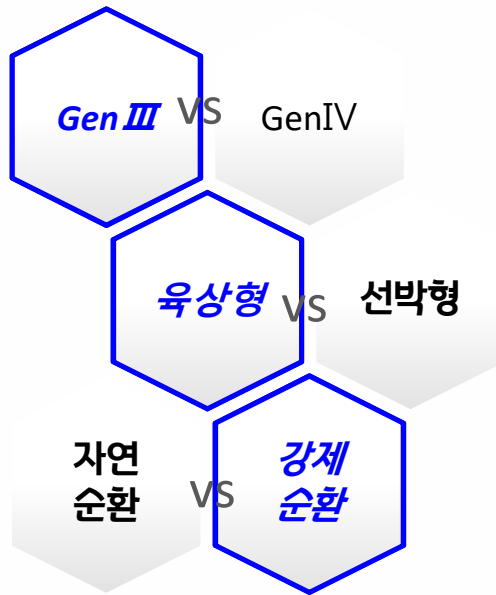


기술보고서 7종 주요내용 설명('23.6/KINS)

III. 주요 연구결과: 연구개발 방향 설정, 최상위요건(TTR) 개발 (1/4)

● i-SMR 개발 방향

for Near Term Deployment



● i-SMR 최상위요건 (Top Tier Requirement, TTR)

■ 설계 일반

- 일체형 가압경수로
- 모듈당 전기출력 300MWe 이하 (170 MWe 목표)
- 설계수명 : 80년
- 부지 : 해안 및 내륙에서 운영 가능

■ 안전성

- 노심손상빈도(CDF) : 1.0×10^{-9} /Module-year 이하
- 방사능대량조기누출빈도(LERF) : 1.0×10^{-10} /Module-year 이하

■ 경제성

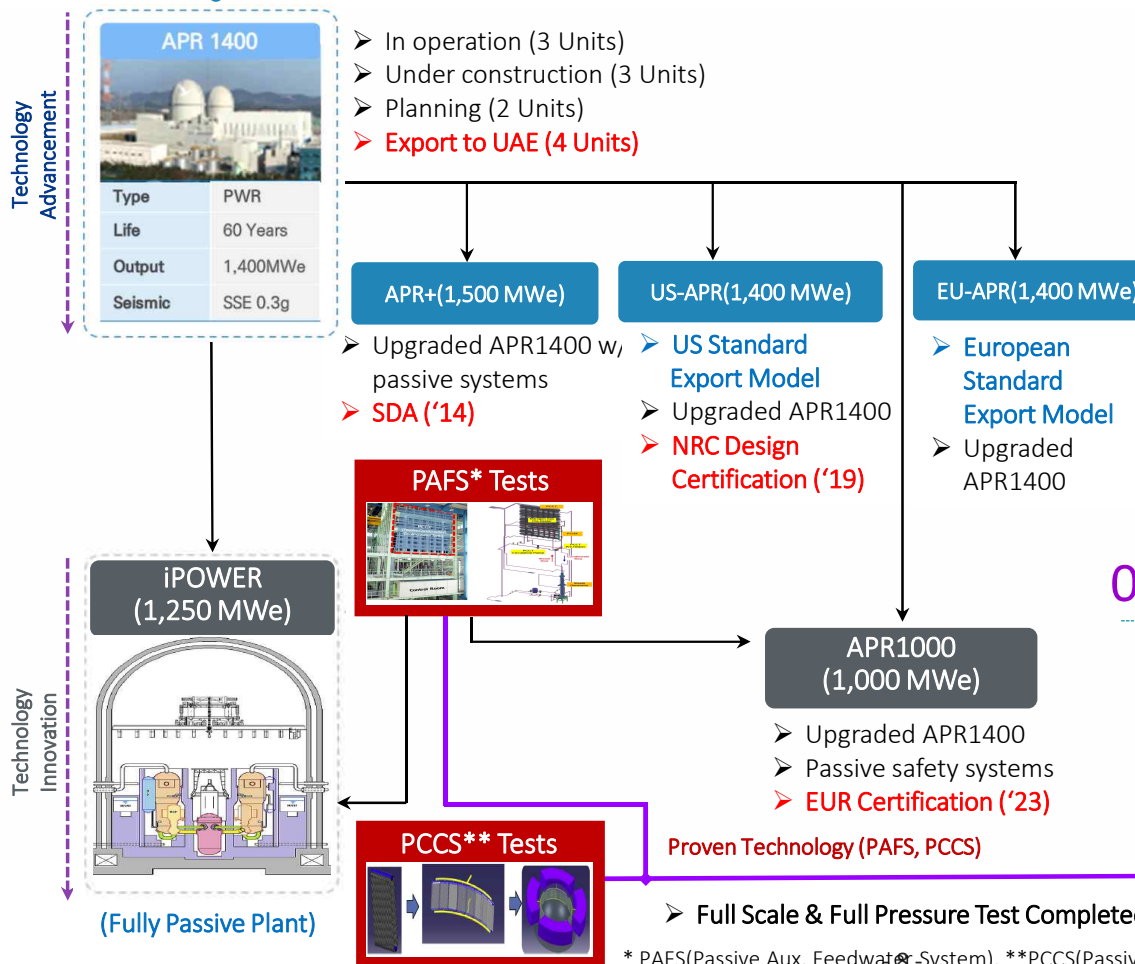
- 순건설단가 : 3,500 USD/kW 이하 (NOAK 기준)
- 발전원가(LCOE) : 65 USD/MWh 이하 (NOAK 기준)

■ 유연성

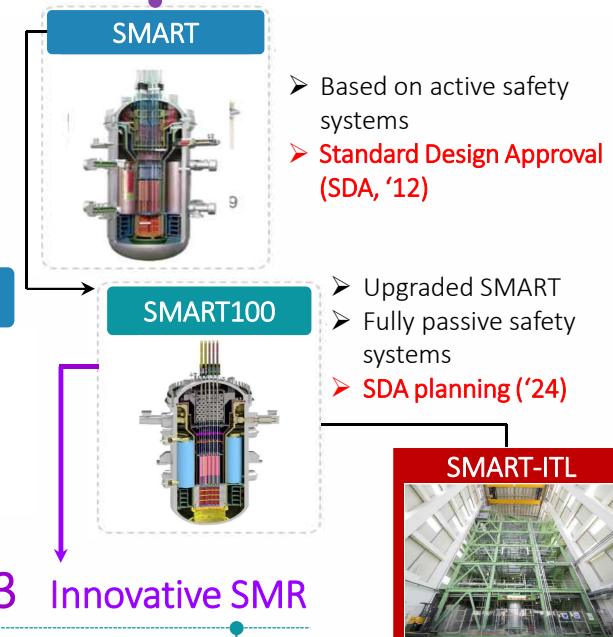
- 일일부하추종 능력 : 100%-20%-100%
- 출력 변동 능력 : 5% Power/분

III. 주요 연구결과: 기술개발 가속화 전략 (2/4)

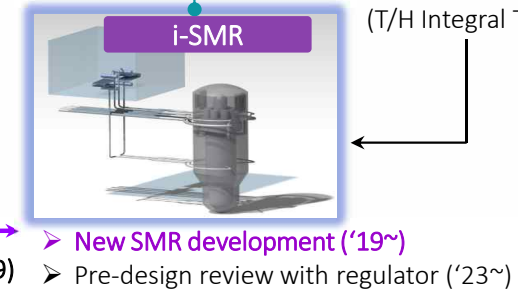
01 CONVENTIONAL PWR



02 SMALL MODULAR REACTOR



03 Innovative SMR

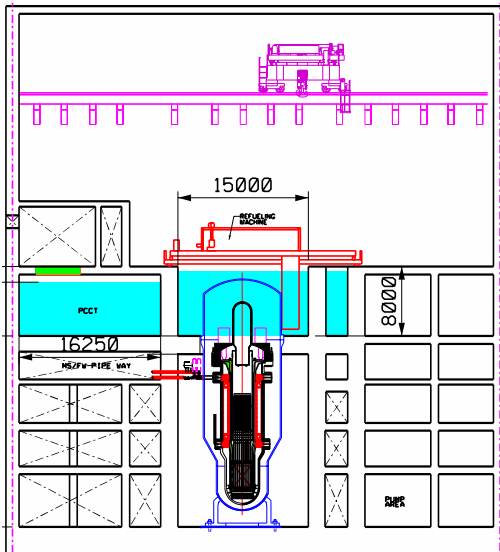


III. 주요 연구결과: 특허 Risk 원천 배제 설계 (3/4)

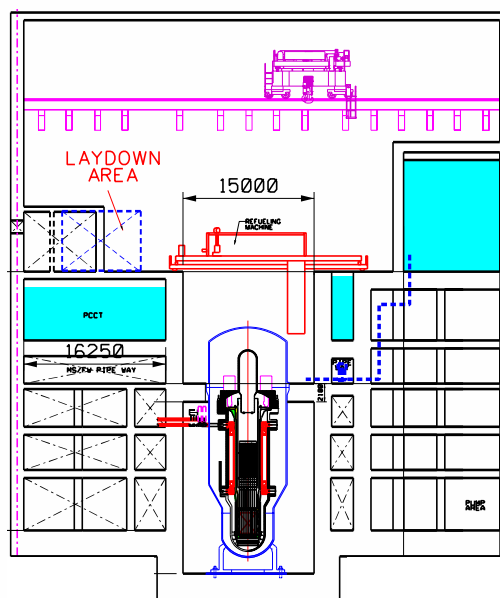
● 안전계통 설계(3안) 건식형 채택

혁신형 SMR 안전계통 TF
2차 자문위를 통한 건식형 설계안 확정
(’22.06.28)

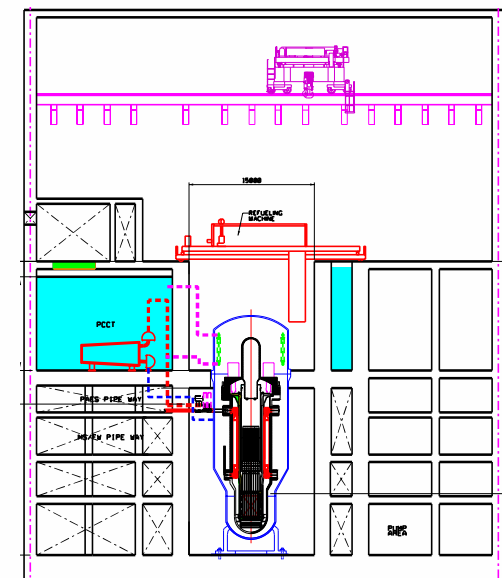
[1] 침수형



[2] 층수형



[3] 건식형



고유기술 확보

- PCCT와 격납용기 UHS 통합
- 특허리스크 없음
- Temporary Pool seal 설계 가능
- CV 관통부 배치 자유도 증대

III. 주요 연구결과: 원자로용기 및 격납 용기, 유체 계통 설계 (4/4)

- 3대 안전계통 Passive 설계 적용 (PECCS, PAFS, PCCS)

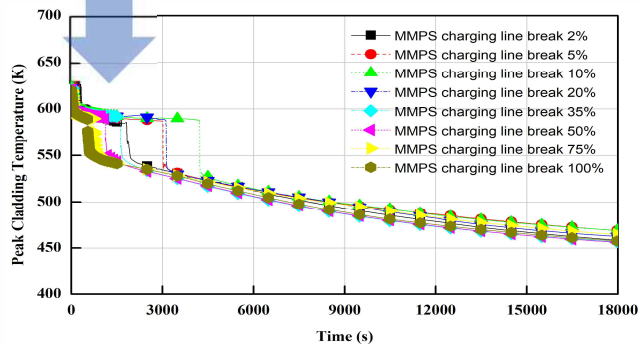
- ❖ PCCT와 PAFS Tank 통합 → ECT

- Fail-safe 설계, **자연력(중력 등)**에 의한 자동 작동

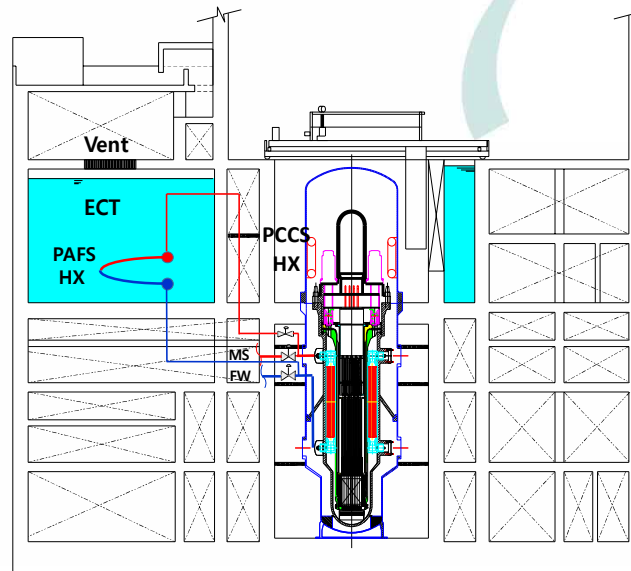
- ❖ 소내/외 교류전원상실시, 안전정지상태 최소 **72hr** 유지 ☞ 운전원 긴급조치 불요

1477K ← Allowable Peak Cladding T (1204degC)

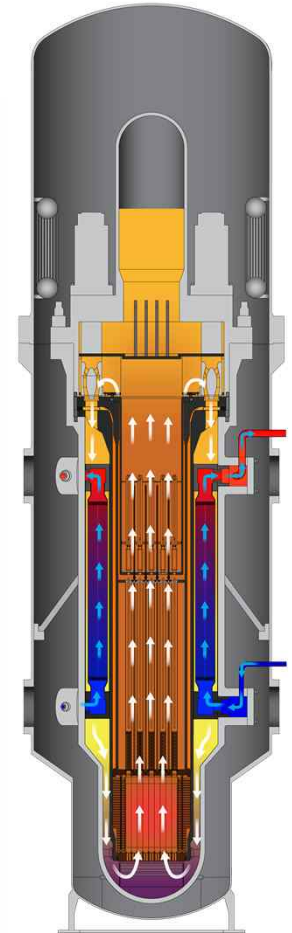
안전마진 확보



SBLOCA (MMPS Charging Line Break) Analysis Results



안전계통 주요구성: PECCS, PAFS, PCCS



IPC (Integrated Power Cell) 유로

IV. 혁신형 SMR 표준설계 인허가 추진 (1/3)



2028년 표준설계인가(SDA) 취득 및 2030년대 초반 상용화 및 시장진출 목표

혁신형 SMR 기본 설계

- 혁신형 SMR 기본설계 과제 수행 중

📅 기간 : '21년 ~ '23년 3년

💰 예산 : 500억원

한수원 자체과제 (원자력연구원 / 설계사 / 학계 등 참여)

혁신형 SMR 국가 연구개발 사업

- 과기부/산업부 주관의 정부 예타 사업

📅 기간 : '23년 ~ '28년 6년

💰 예산 : 3992억원

'22.6월 예타 통과로 SMR 개발 자체과제-정부과제 간 연착륙 성공

'23년까지 표준설계 완료 (한수원)

'28년까지 표준설계 인허가 획득 (정부)

'31년 최초호기 완공 목표

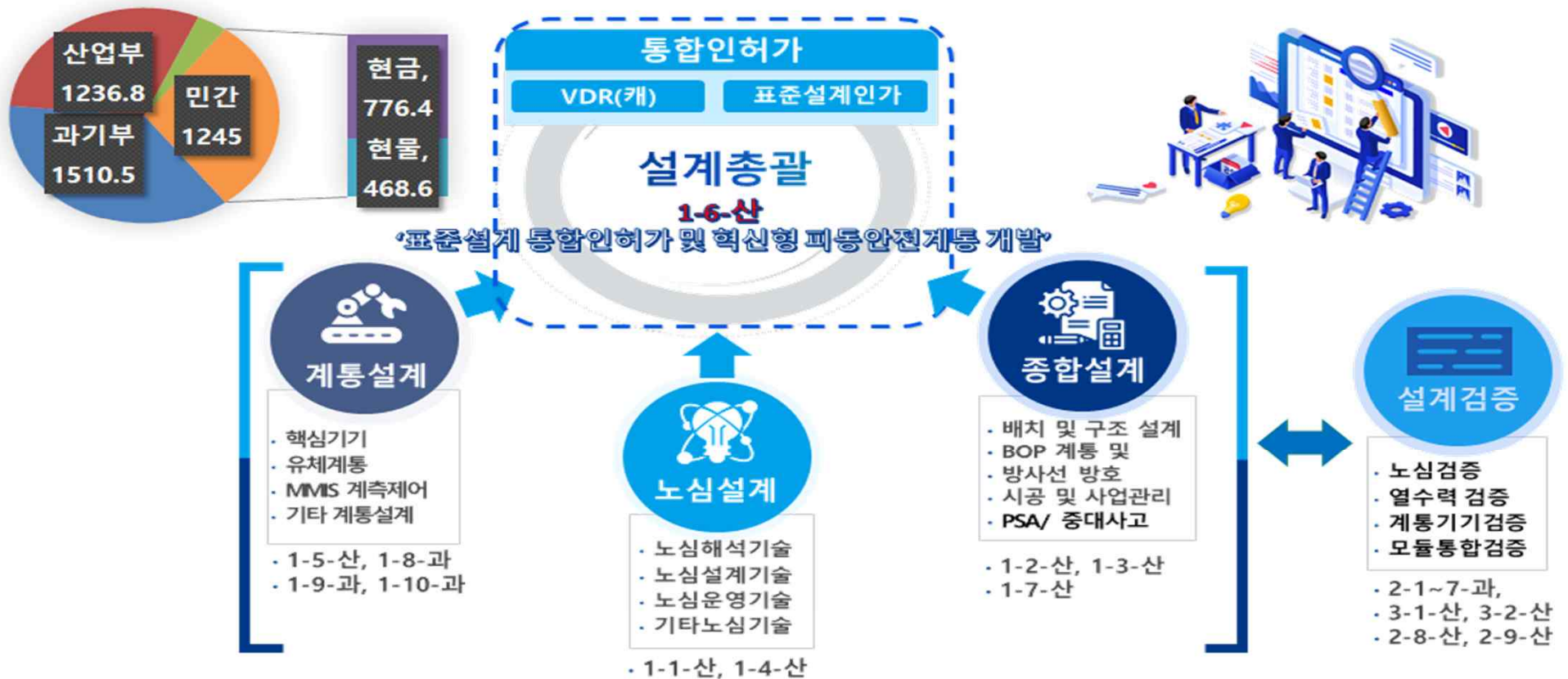


IV. 혁신형 SMR 표준설계 인허가 추진 (2/3)

❖ 표준설계 인허가 추진 방안(1/2)

- (인허가) 혁신형 SMR 표준설계 인허가 적기 취득을 위한 설계총괄 / 통합인허가 수행
 - 계통설계, 노심설계, 종합설계, 설계검증관련 표준설계 총괄 및 인허가 대응

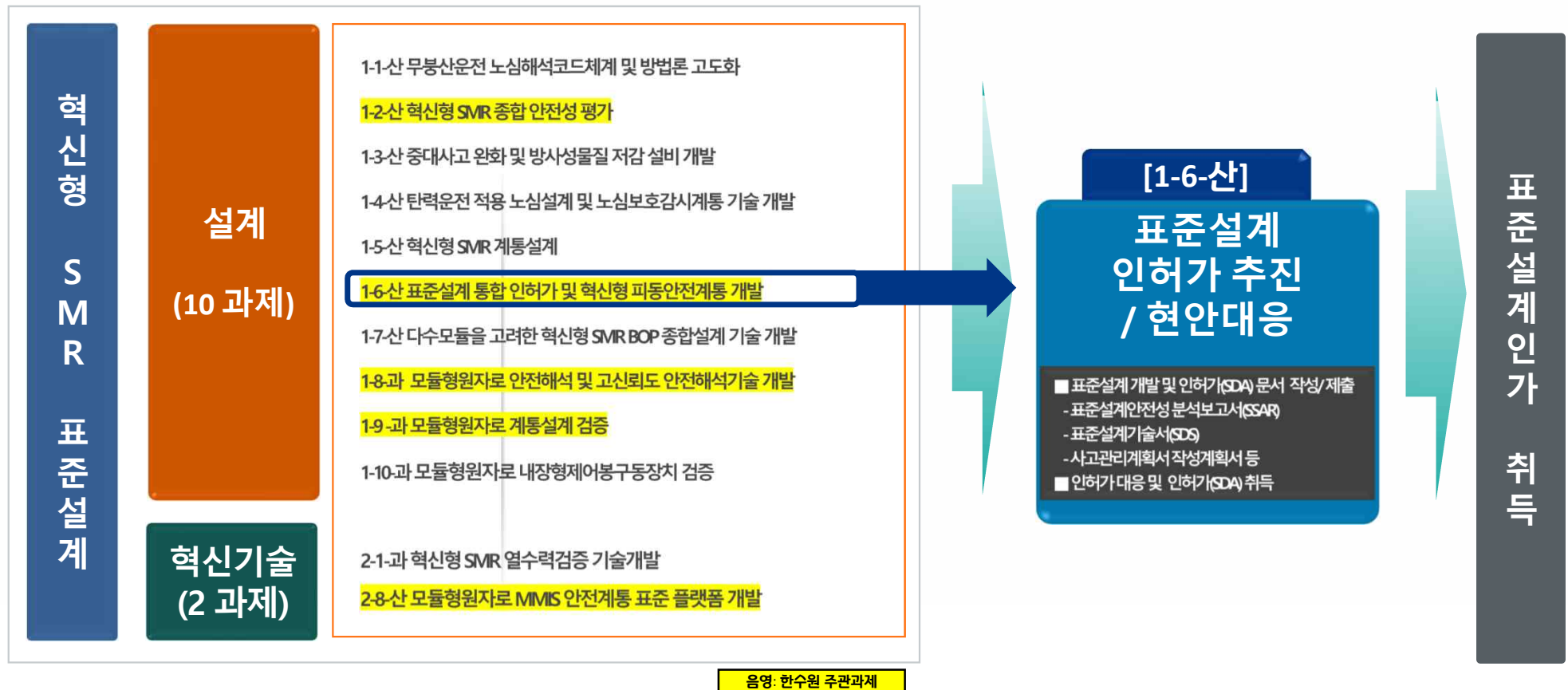
1-6-산 “표준설계 통합 인허가 및 혁신형 피동안전계통 개발” (표준설계 / 인허가 사업 중)



IV. 혁신형 SMR 표준설계 인허가 추진 (3/3)

❖ 표준설계 인허가 추진 방안(2/2)

- (인허가) 혁신형 SMR 표준설계 인허가 제출서류 개발을 위해 표준설계 종합 과제 수행
 - 표준설계인허가 규제기관 심사 대응(원자력안전법 제12조)을 위한 “설계관리기관” 총괄업무
 - “설계관리기관” : 표준설계사업에 대하여 세부 공정 및 설계를 종합 관리하는 기관(사업단 또는 사업단 위임 기관)



감사합니다!



한국수력원자력주
KOREA HYDRO & NUCLEAR POWER CO., LTD.