

혁신형 SMR 설계 개요도

혁신형 SMR 열수력 현안과 학계의 역할

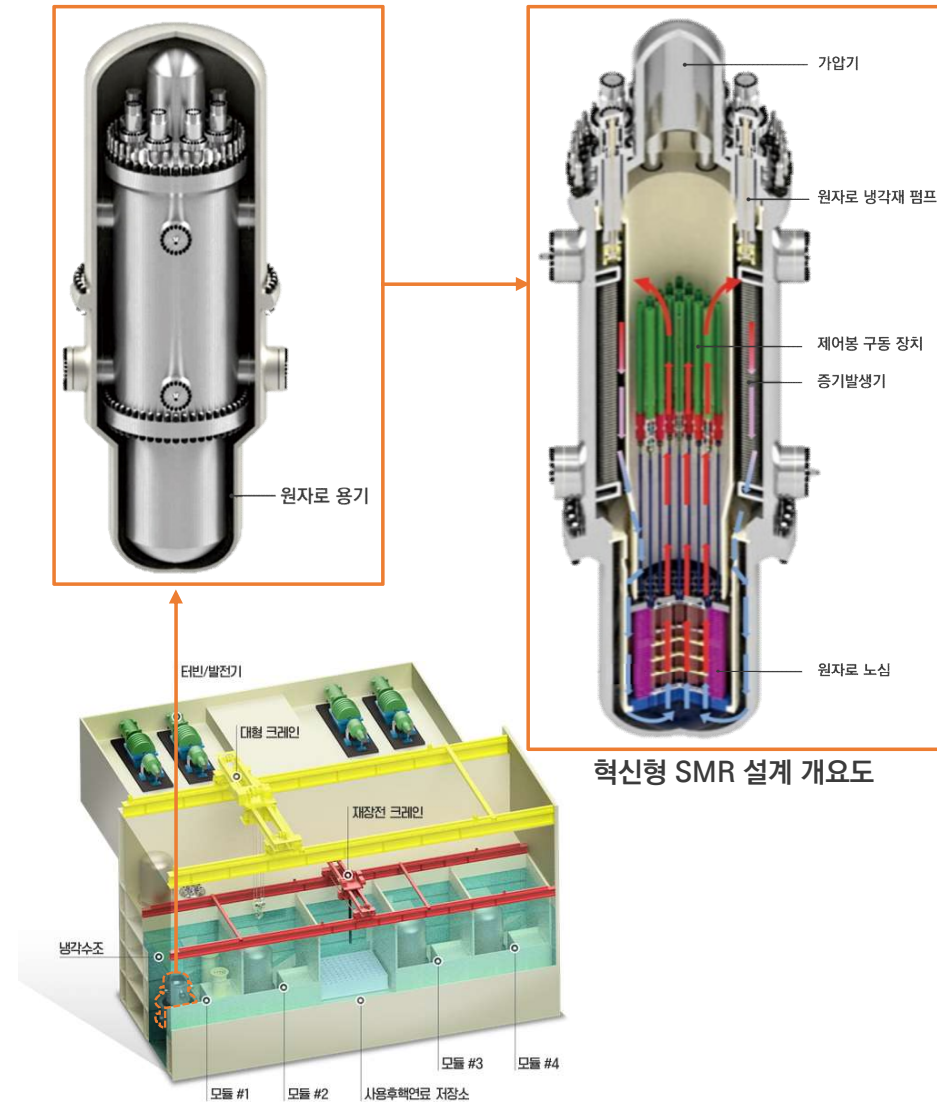
김성중

한양대학교 원자력공학과

Advanced Thermal-Hydraulic Engineering
for Nuclear Applications (ATHENA) Lab.

2022. 05. 18. (Wed) 17:00 ~ 17:30

2022 춘계 한국원자력학회, 제주국제컨벤션센터 3층 한라홀 B



혁신형 SMR 설계 개요도

[한수원, '소형 모듈 원자로'로 세계시장 진출 목표 동아일보 최근 기사]

목차

1. 혁신형 SMR 개발 개요

- 연구 개발 배경
- 국내 SMR 정책 동향
- 해외 SMR 기술검토
- 국내 SMR 기술검토
- 혁신형 SMR 개발방향

2. 혁신형 SMR 열수력 현안

- 혁신형 SMR 열수력 연구의 필요성
- 열수력 현안
 - 무붕산 노심개념 설계 개발
 - 히트파이프 피동냉각 시스템 개발
 - 피동잔열제거계통 개념설계
 - 이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법
 - 격납 건물 내 공동 수조 및 재수집 방법론 개발
 - 나선형 증기발생기 전열관 자연대류 열전달 현상론 및 성능 분석
 - 액체 공기 저장 시스템 (LAES) 연계 혁신형 SMR 유연 운전 기술 개발

3. 혁신형 SMR 중심의 인력 양성 방안

- 전문 인력 양성 필요사항

혁신형 SMR 개발 개요

연구 개발 배경

□ 경수로형 SMR의 대두

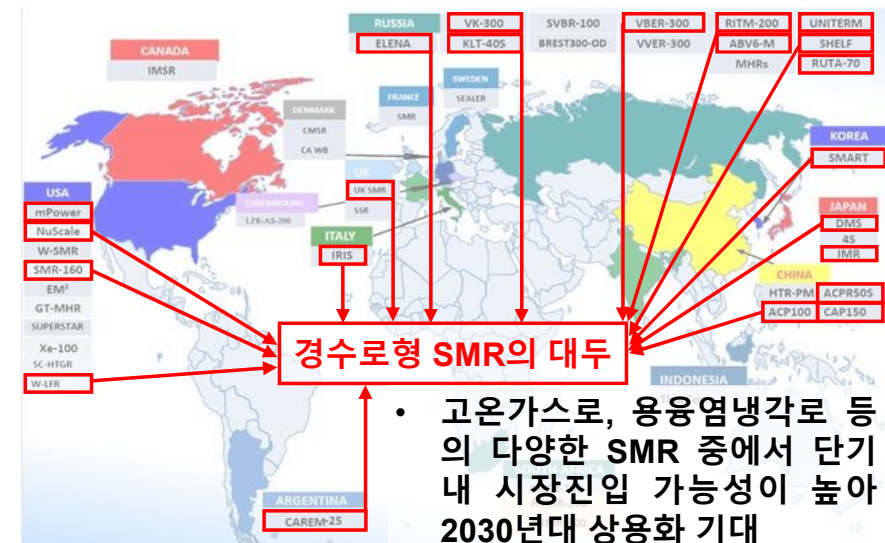
- 탄소중립(Net-Zero)라는 전 지구적 에너지 활용 패러다임 변화
→ 안전성·경제성·유연성을 보유한 새로운 원자력 기술로서 **SMR** 부상
- 글로벌 SMR 시장 확대에 따라 원자력 선진국들은 정부차원 지원으로 **SMR 개발경쟁 가속화**

SMR의 장점

안전성	<ul style="list-style-type: none"> - 후쿠시마 원전사고 이후 원자력 안전성에 대한 사회적 요구 증가 - 계통단순화, 일체형 원자로, 피동형 안전계통 등의 혁신기술 도입
경제성	<ul style="list-style-type: none"> - 재생에너지원과의 공존이 용이하여 2050년 탄소 중립 실현에 유리 - 대형원전 대비 적은 건설비용 및 단축된 건설기간으로 초기비용 크게 감소
유연성	<ul style="list-style-type: none"> - 저용량 모듈 추가로 출력의 탄력적 조절 용이 - 발전원 외에 다양한 산업적 활용 가능

개발경쟁
가속화

글로벌 SMR 시장 확대



1) 이도환. 혁신형 SMR (소형모듈원자로) 기술개발. 한국트라이볼로지학회 학술대회, 2021, 3-14.
2) 소형 혁신원자로 기술조사보고서(2020), IAEA

혁신형 SMR 개발 개요

국내 SMR 정책 동향

□ (과기부) 미래원자력기술 발전전략 ('17.12) ~

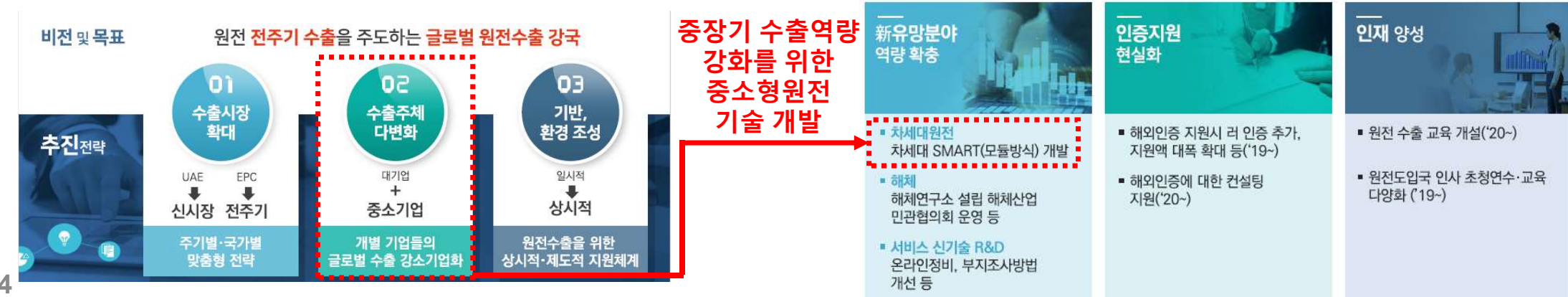
- 종합적 기술역량 확보 위한 5대 핵심전략 및 13개 실천과제 도출

□ 제9차 원자력진흥위원회 ('20.12) ~

- 세계 원자력 新시장 개척 위한 소형원자로 기술개발 전략에 대한 논의 (3대 전략, 6대 핵심 과제 중)
 - [전략1: 초기시장 창출] SMART 해외 건설을 통한 소형 원자로 시장 선점
 - [전략2: 경쟁력 고도화] 혁신기술이 집약된 소형모듈원자로 (i-SMR) 개발

□ (산업부) 원전 쏙주기 수출활성화 방안 ('19.9)

핵심전략	세부 실천과제
원전 안전 및 해체연구	<ul style="list-style-type: none"> - 가동 원전의 안전성 제고 및 사고방지 기술개발 - 원전 해체 핵심기술 및 해체 인프라 확보 - 안전하고 친환경적 원자력 폐기물 관리기술 개발
방사선기술 등의 활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> - 의료·바이오 부문과 융합연구 강화 - 첨단소재·환경기술 개발에 적용 확대 - 우주·국방·해양·극지 분야에 활용 촉진
해외수출 지원 강화	<ul style="list-style-type: none"> - 연구로 및 중소형원자로 해외수출 지원 - 국내 개발 요소기술의 수출기반 조성
미래에너지원 확보노력	<ul style="list-style-type: none"> - 핵융합에너지의 핵심기술 및 운영역량 강화 - 국제핵융합실험로 건설사업에 주도적 참여
핵심기술의 사업화 추진	<ul style="list-style-type: none"> - 방사선 융복합 기술 사업화 지원 - 연구로·SMART의 국내 특화산업 육성 - 해체기술의 산업화 지원 강화



1) 미래 원자력기술 발전전략 보도자료 (2017.12.19)

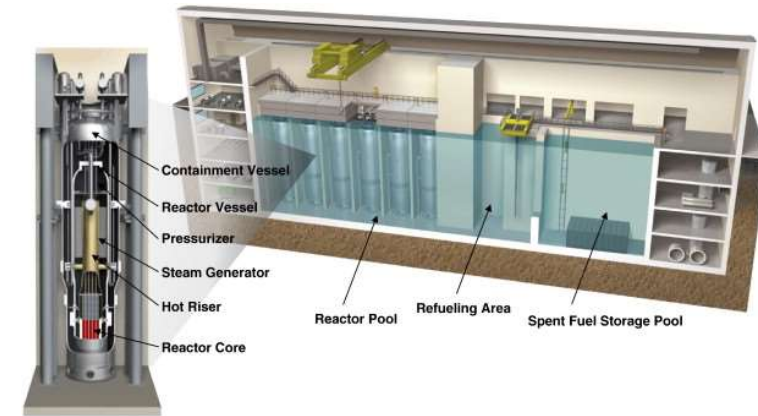
2) 원전 쏙주기 수출활성화 방안 ('19.9) 발표자료

혁신형 SMR 개발 개요

해외 SMR 기술검토

□ 2020년 기준, 전세계 25개 경수형 SMR 모델 중 최근 설계인증 받은 NuScale의 설계특성

- **일체형** 원자로: 원자로 모듈 내부에 주기기 설치 → 대형냉각재상실사고 배제
- **자연순환** 가능 계통 설계 → 냉각재 펌프 제거
- **모듈화** 통한 출력 유연성 제고: 전기출력 77MWe 모듈 최대 12기 설치 가능, 각 모듈 출력의 부하추종운전으로 **재생에너지 탄력운전** 가능
- 안전성 제고 위한 **혁신 설계**: 대형 수조에 침수 상태로 운전
- **비상계획구역(EPZ)** 축소: 가로/세로 230m 수준 (대형원전: 반경 16km 지역)
- **중대사고** 발생 확률 감소: 노심손상빈도 10^{-9} /M·Y 미만 (대형원전: $10^{-7} \sim 10^{-6}$ /R·Y)



□ NuScale의 장·단점

	항목	내용
장점	다수모듈	▪ 순차적 설비용량 증설 가능, 공장 제작 통해 건설 비용 및 기간의 획기적 단축
	부지경계 내 EPZ	▪ 격납용기가 수조 내에 위치하는 단순한 형태로 노심손상빈도 획기적으로 감소, 부지경계 내 EPZ 실현
단점	저출력 노심	▪ 자연순환 채택으로 단일 모듈 출력증가 한계 존재
	탄력운전	▪ 재생에너지 연계 시 외부부하에 대한 출력변동이 노심 내 봉산수 조절에 의존 → 발전소의 출력변동능력 제한

5

1) D.T. Ingersoll et al, NuScale small modular reactor for Co-generation of electricity and water, Desalination, Vol. 340, pp. 84-93, (2014).

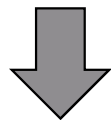
2) Jose N. Reyes Jr., NuScale Plant safety in response to extreme events, Nuclear Technology, Vol. 178, pp.153-163, (2012).

혁신형 SMR 개발 개요

국내 SMR 기술검토

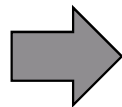
- 한국형 소형원자로 SMART가 개발되고 세계 최초 표준설계인가 취득, 사우디아와의 공동연구(PPE) 등 성과 확보
- 2030년 이후의 세계 SMR 시장에서 경쟁 노형 대비 수출경쟁력 확보에 한계 존재

SMART 한계	시장성	- 110MWe 전기출력으로 인해 소형 전력망만으로서의 시장 제한
	혁신성	- 신속한 인허가 취득 위해 검증된 기술만을 최대한 도입 → 안전성 및 경제성 측면의 혁신기술 부족
	경제성	- 대형원전 기준의 규제요건 충족 위한 설비 추가로 경제성 저하

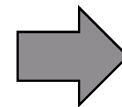


- SMART 한계 극복
- 안전성·경제성·유연성 향상 → 경쟁노형 대비 경쟁우위 확보

혁신형 SMR 개발의
필요성 인식

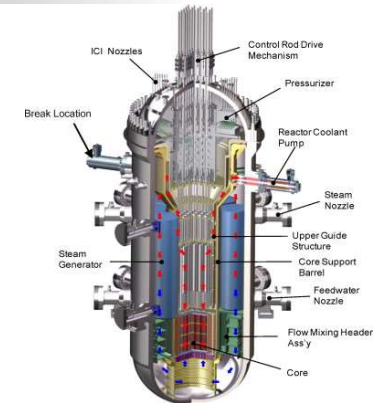


국내 SMART 기술 검토
해외 NuScale 기술 검토
민관 합동 기획위원회

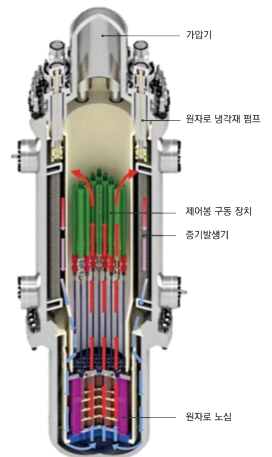


혁신형 SMR 개발의
기본방향 및 최상위
설계요건 도출

ATHENA



[SMART 원자로 도식]



[혁신형 SMR 원자로 도식]



HANYANG
UNIVERSITY

혁신형 SMR 개발 개요

혁신형 SMR 개발방향

□ SMART 및 NuScale 대비 혁신형 SMR 개발 방향

SMART 기술 활용

구분	SMART	NuScale	혁신형 SMR(안)
모듈화 설계 개념			
기본모듈 배치	1개 (stand alone)	12	4 ~ 8개
모듈화 설계	원자로 모듈화	격납용기 모듈화	격납용기 모듈화
격납용기	대형 콘크리트 건물	철제 격납용기	수형 철제용기
주요 설계 목표치			
전기 출력	110MWe	단위 모듈	단위 모듈
		12개 모듈	4개 모듈
		77Mwe	170MWe
		924MWe	720MWe
노심손상빈도	$1.0 \times 10^{-7} / R \cdot Y$ 이하	$1.0 \times 10^{-9} / M \cdot Y$ 이하	$1.0 \times 10^{-9} / M \cdot Y$ 이하
건설비용	\$8,000 /kW	\$4,000~\$5,000 /kW	\$4,000 /kW 이하
탄력운전 용이성	EPRI URD 만족 (신형경수로 수준)	EPRI URD 만족 (신형경수로 수준)	출력변동 5%/min (복합화력수준)
주요 시스템 설계 차이			
원자로냉각재펌프	캔드모터펌프 (강제순환)	미사용 (자연순환)	내장형캔드모터펌프 (강제순환)
반응도 제어	수용성 봉산 사용	수용성 봉산 사용	수용성 봉산 미사용 (무봉산 운전)
제어봉구동장치	원자로 외부 설치	원자로 외부 설치	원자로 내부 설치
사고 시 운전원 조치	72시간 이후 요구됨	불필요	불필요
EPZ 부지	대형원전 동일	Site 부지 내 축소	Site 부지 내 축소
안전등급 DC 전력	필요	불필요	사후필요
1) 이도환. 혁신형 SMR(수형모듈로) 기술개발. 원자로기술지향학회, 2021.3.14	외부침수	외부침수	외부침수

경제성 제고 목적

안전성을 보장하는 범위 내에서 경제성 제고를 위한 출력 향상

안전편의성 제고 및 폐기물 저감 목적

사후필요 저항성 및 대처능력 강화

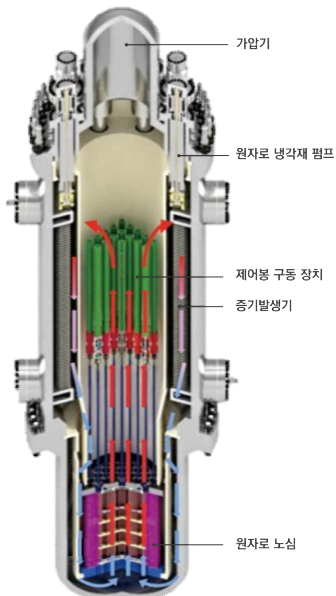


HANYANG UNIVERSITY

혁신형 SMR 열수력 현안

혁신형 SMR 열수력 연구 필요성

□ 혁신형 SMR 특징 및 도출된 열수력 현안



[혁신형 SMR 원자로 도식]

- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- 완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진

⋮

혁신형 가연성흡수체 이용 **고성능 무봉산 노심 개념** 설계에 따른 노심열수력 평가

히트파이프 피동 냉각 시스템 설계

피동잔열제거계통 설계 및 성능 분석

이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법 도출

격납 건물 내 **공동 수조** 및 재수집 방법론 개발

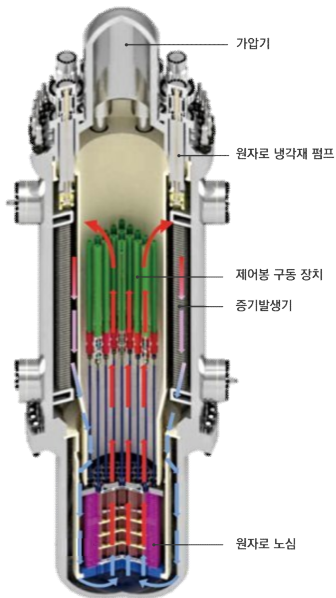
나선형 증기발생기 전열관 **자연대류** 열전달 성능 평가

액체 공기 저장 시스템(LAES) 연계 혁신형 SMR 유연 운전 기술 개발

혁신형 SMR 열수력 현안

무봉산 노심 개념 설계

□ 무봉산 노심 개념 설계 필요성



[혁신형 SMR 원자로 도식]

- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- 완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진
- ⋮

봉산 사용의 문제점

- 봉산은 제어봉을 사용하지 않고 원자로의 반응도를 조절하기 위해 경수로에서 사용되는 물질
- 높은 봉산 농도에서 냉각재 온도 계수 양수 위험 존재
- 반응도 조절이 느려 부하추종운전을 통한 경쟁력 확보 불가능하며 봉산 농도 조절을 위한 설비 설치 필요

무봉산 부하추종운전 성능 평가 위한 노심 설계 필요

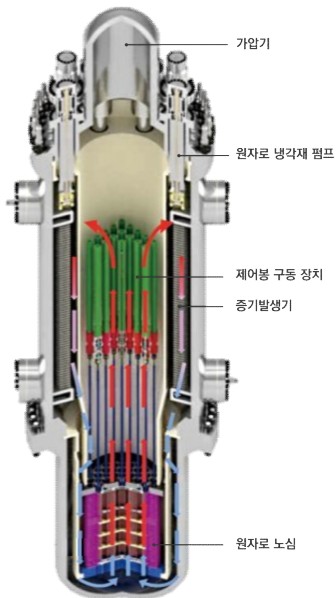
혁신형 가연성흡수체 이용한 고성능 무봉산 노심 설계 및 최적화

무봉산운전 및 부하추종운전으로 유발되는 노심 열수력 (안전해석 및 현상 분석) 검토 필요

혁신형 SMR 열수력 현안

히트파이프 피동냉각 시스템 개발

□ 히트파이프 피동냉각 시스템 개발 필요성



[혁신형 SMR 원자로 도식]

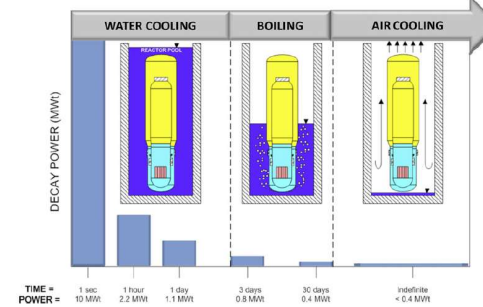
- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- **완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각**
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진

⋮

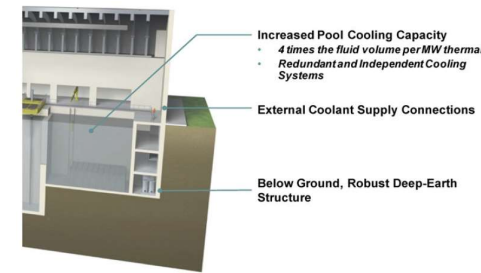
사고 대비 잔열 제거 및 냉각재 수위 최소화 설비 필요

- 침수형 냉각방법(NuScale)은 목표 열 제거 용량이 높아짐에 따라 수조 수위 상실로 인한 기기들의 국부적인 열적 과부하가 발생 가능
- 제한된 수조 용량에서 수위 유지 장기화 및 냉각수조 용량 최소화 위한 피동 냉각 시스템 필요

히트파이프 피동 냉각 시스템 이용 사고 대비 수위 유지 장기화 및 냉각수조 용량 최소화



<NuScale의 장기 무한냉각 개념 [1]>



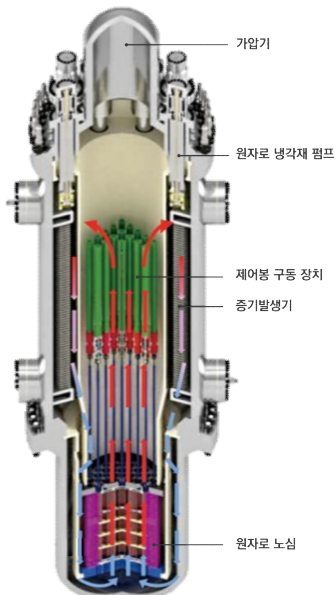
<NuScale의 사용후핵연료 저장수조 개념 [1]>

히트파이프 피동 냉각 시스템 개념 설계

혁신형 SMR 열수력 현안

피동잔열제거계통 개념 설계

□ 피동잔열제거계통 개념 설계 필요성



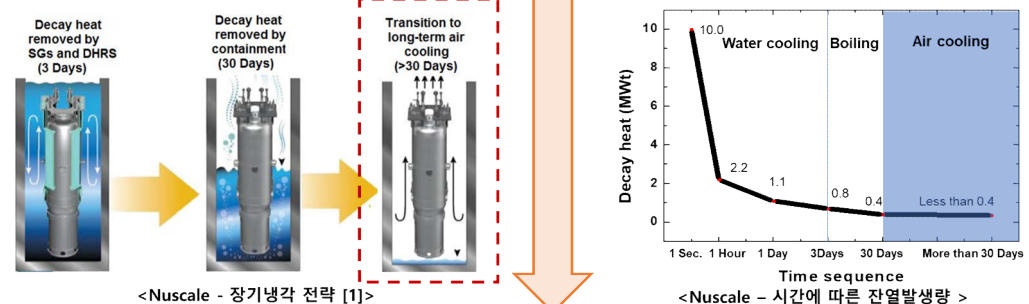
[혁신형 SMR 원자로 도식]

- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- **완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각**
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진

장기냉각 위한 공랭식 피동잔열제거 (용기 외벽냉각) 설비 필요

- 경쟁노형(NuScale)은 30일 이후 공기 외벽냉각을 통한 장기냉각 설계 특성을 지님
- 열전달 계수 고려 시, 비등 열제거량 (0.8MWt) 대비 공기냉각 요구 열 제거량 (0.4MWt) 매우 높아 정량적 공기냉각 성능 평가 필요
- 높아진 목표 열 제거량에 따라 요구되는 냉각성능도 증가 → 냉각성능 증진을 위한 추가적인 방안 모색 요구

장기냉각을 위한 외벽냉각 방식 피동잔열제거 계통 도입 및 최적화 필요



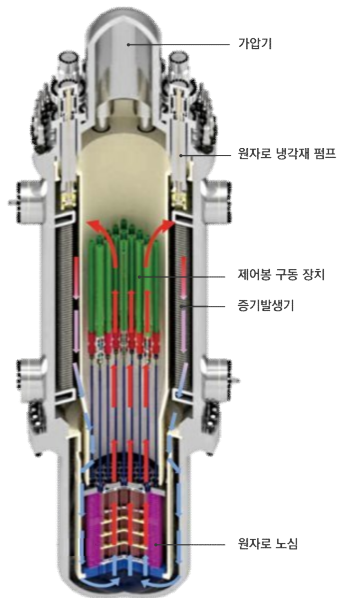
피동잔열제거계통 설계 개념 수립 및 성능 분석

1) Ingersoll, D. T., et al. "NuScale small modular reactor for Co-generation of electricity and water." Desalination 340 (2014): 84-93.

혁신형 SMR 열수력 현안

이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법

□ 이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법 필요성



[혁신형 SMR 원자로 도식]

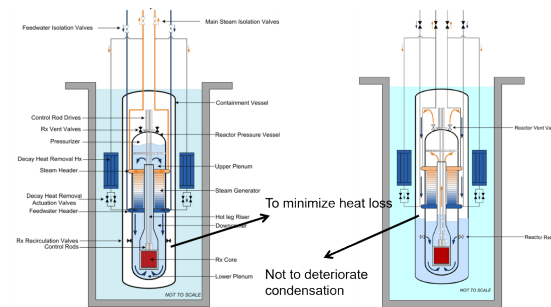
- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- **완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각**
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진

격납용기 정상운전 및 사고상황 시 단열 및 냉각 성능 확보

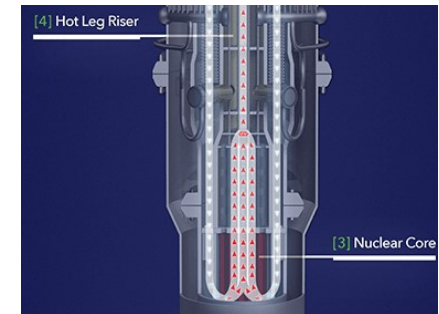
- 정상 운전 조건의 경우 단열 성능을 최대한 확보하여 열효율 증진
- 과압 조건 및 사고 상황에서는 응축 등을 통한 충분한 냉각 성능 확보
- NuScale은 진공 개념을 이용하여 단열 및 냉각 성능을 개선

충전재 조건에 따라 변화하는 열전달 메커니즘 → 조건별 최적 기법 도출 필요

Normal operation: gap insulation Accident: gap condensation



<NuScale의 이중 용기구조 개념>



<NuScale의 이중 용기구조 [2]>

이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법 도출

혁신형 SMR 열수력 현안

이중 격납용기 단열 및 냉각 최적 기법

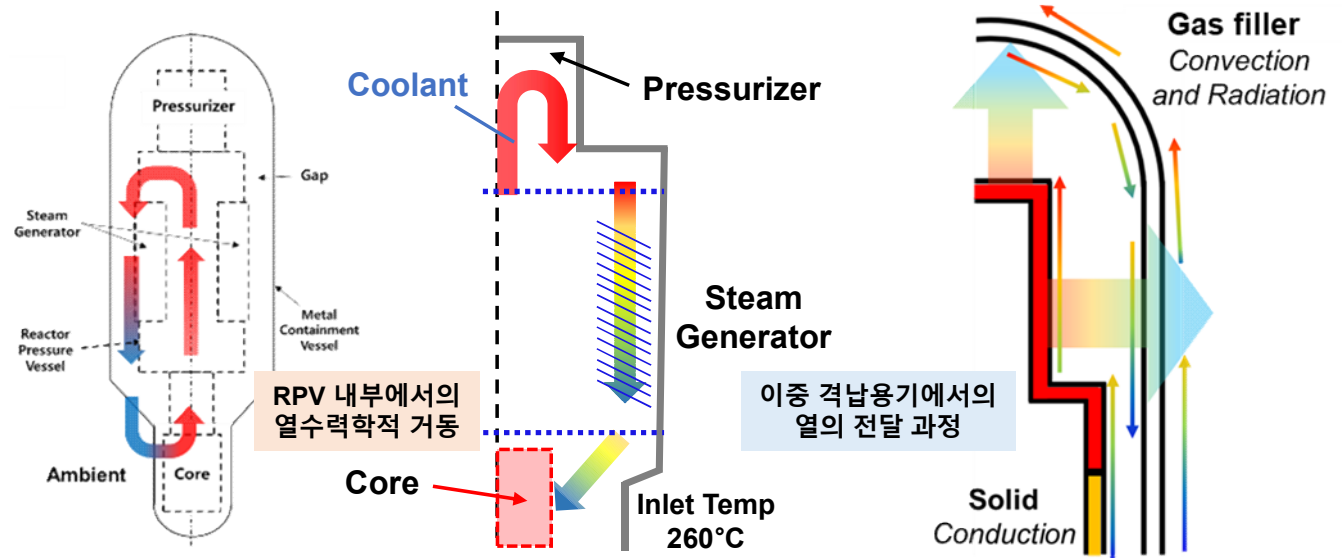
□ 혁신형 SMR 격납용기 구조적 특징 (이중 격납용기 구조)

이중 격납용기 구조



[혁신형 SMR 원자로 도식]

원자로압력용기(RPV)와 금속 격납용기(MCV)로 구성, 빈 공간(Gap) 존재
→ 정상 운전시 단열재 역할 수행 / 사고 상황 시 방출된 냉각수 보존

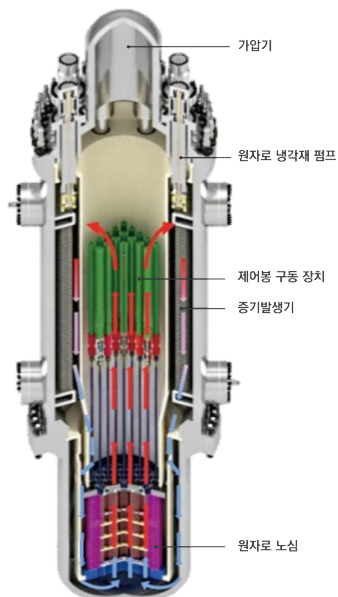


- 전산유체해석(CFD)을 통한 외부로의 열손실량 평가 가능
- 종합전산해석(MELCOR 등)을 통하여 냉각성능 평가 가능

혁신형 SMR 열수력 현안

혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

□ 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발 필요성



[혁신형 SMR 원자로 도식]

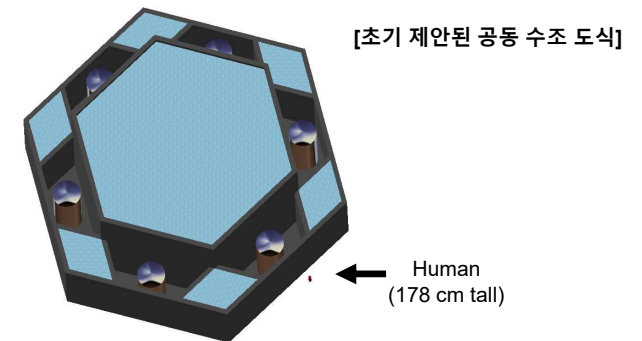
- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- **완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각**
- 모듈화
- 소형화
- 재생에너지 연계 증진

⋮

사고 상황 시 공동으로 비상 냉각수 급수 통한 사고 경위 및 결과 완화

- 침수형 냉각방법(NuScale)은 사고 상황에서 장기 무한 냉각을 가능하게 하지만, 정상 상태에서 외부 냉각에 의한 열손실 가능성 존재
- 따라서 사고 상황 시에만 장기간 비상 냉각수 주입이 가능한 비 침수형 냉각 방법 필요

외부 냉각수 주입이 불가능한 경우에도 충분한 장기 냉각 성능 확보가 가능한 비 침수형 냉각방법 필요



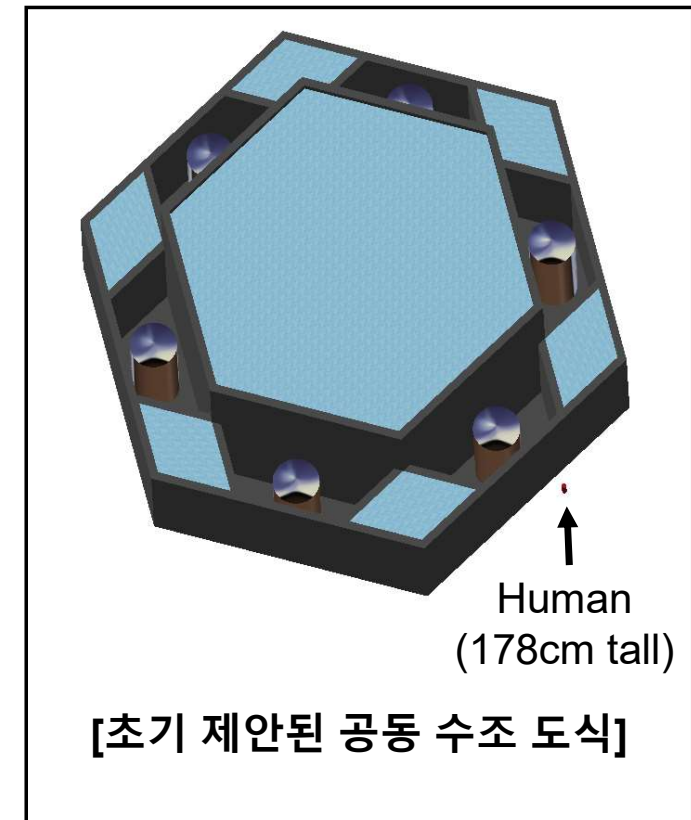
격납 건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

혁신형 SMR 열수력 현안

혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

□ 혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

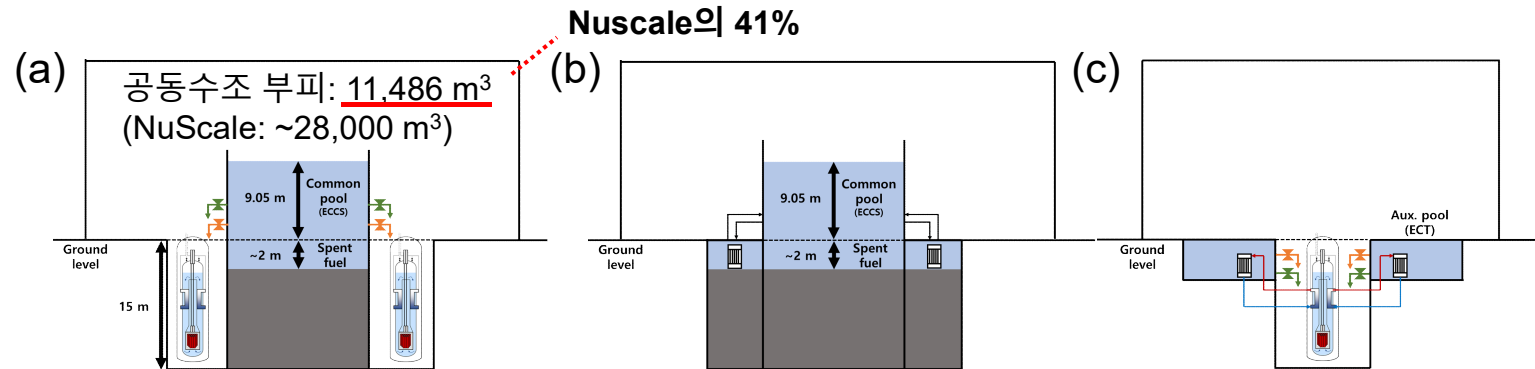
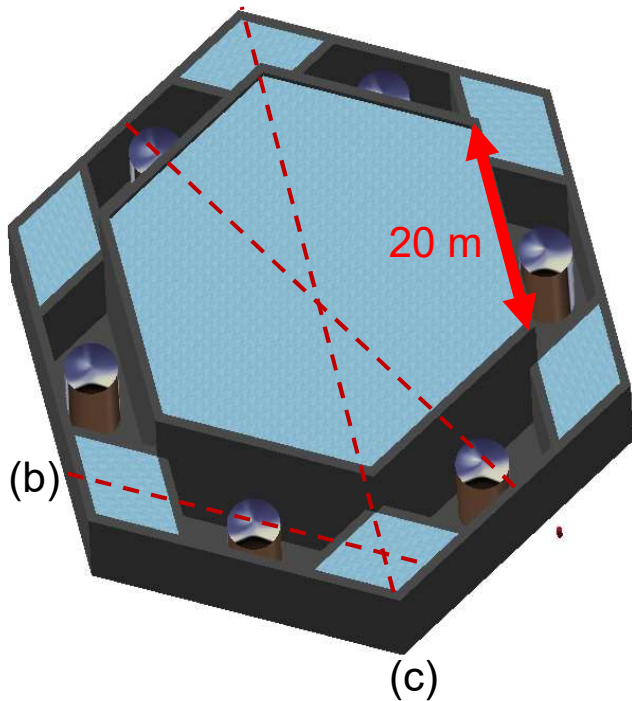
- 정상 운전 상황에서는 각 모듈이 비 침수 상태로 공동에 위치
 - 침수 조건 대비 외부냉각에 의한 열손실량 감소
 - 침수 조건 대비 점검 및 수리 시 접근성 뛰어남
- 사고 상황 시 공동 수조 및 보조 수조를 통한 급수로 사고 경위 및 결과 완화
 - 비상냉각수를 각 모듈이 위치한 공동으로 급수
 - 금속용기(MCV) 외벽으로 급수된 비상냉각수를 통해 모듈 내부 냉각 수행
- 장기간 사고 상황 유지 시에도 충분한 냉각성능 확보 필요
 - 추가 외부주입 불가능한 상황에도 장기간 충분한 수위 유지
 - 장기간 냉각성능 확보 → 응축 통한 재수집 활용하여 수위 유지



혁신형 SMR 열수력 현안

혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

□ 혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

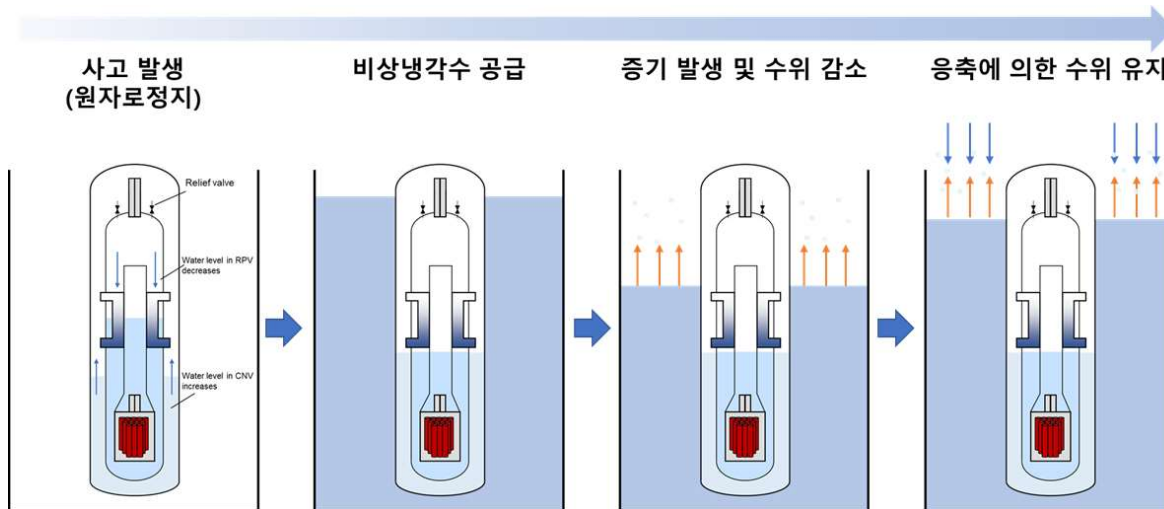


- (a) Common pool - cavity 연결, **spent fuel pool**보다 높은 위치에 밸브 연결
- (b) Common pool - Aux. pool 연결, **spent fuel pool**보다 높은 위치와 연결
- (c) Aux. pool - cavity 연결, 추가적인 cavity 비상냉각수 공급 경로
 - (a), (c)의 경우 **passive/active 밸브 모두 설치**
 - LOCA 및 SBO에 대처 가능

혁신형 SMR 열수력 현안

혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

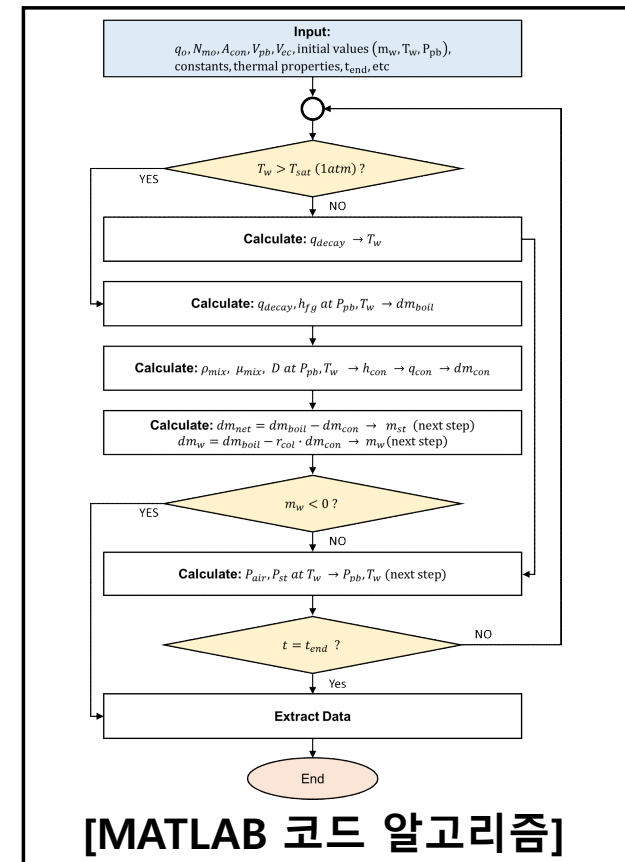
□ 혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발



○ **MATLAB** 코드를 활용하여 위 과정을 계산 ($A=500 \text{ m}^2$, $V= 30,000\text{m}^3$)

○ 비상 냉각수 회복 시작 시점 (응축 열전달 > 붕괴열 발생)

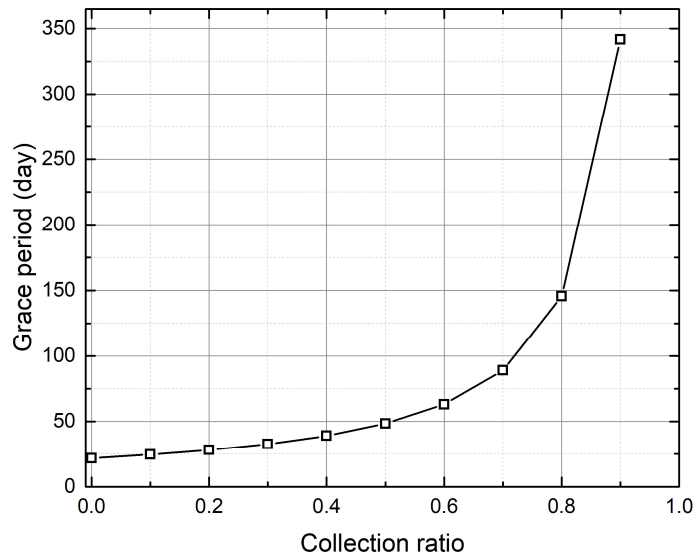
- 모듈 6기 동시 사고 시: **30-32시간, 8,993,940kg**까지 감소
- 모듈 1기 사고 시: **286-294시간, 8,998,708kg**까지 감소



혁신형 SMR 열수력 현안

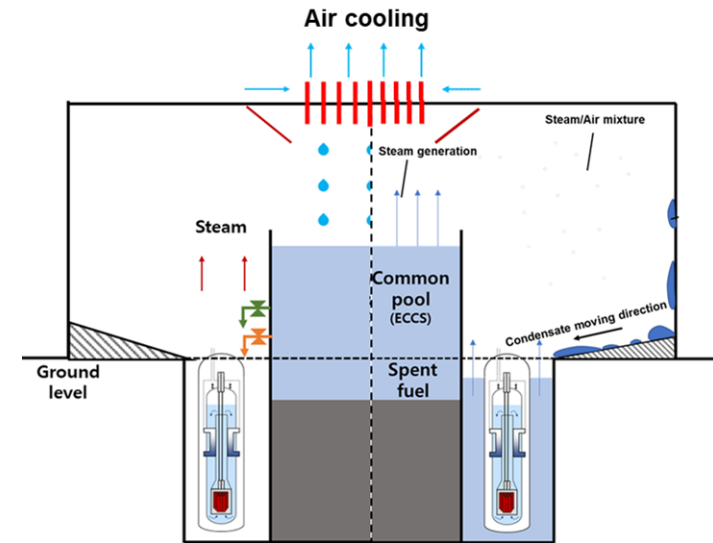
혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발

□ 혁신형 SMR 격납건물 내 공동 수조 및 응축수 재수집 방법론 개발



○ 재수집률에 따른 대응 시간 변화율

- 재수집률이 0인 경우에도 20일 이상 확보
 - 재수집률 증가에 따라 대응 시간 급증
- 추가 설비 및 발전소 구조 종합적 고려 필요



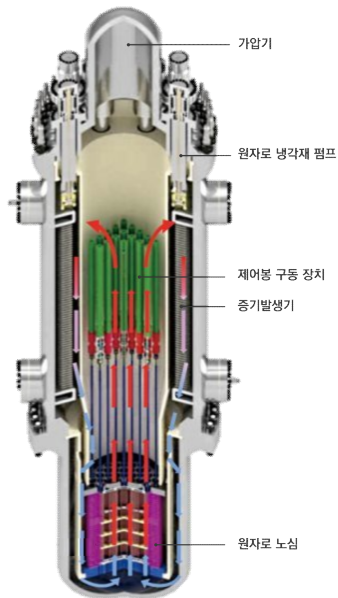
[재수집률을 높이기 위한 구조 방안 예시]

- 격납건물 상부(주요 응축 발생 영역)에 공동 수조로 응축수를 수집하기 위한 구조물 설치 필요
- 벽면 응축수를 공동으로 수집하기 위한 경사 구조물

혁신형 SMR 열수력 현안

나선형 증기발생기 전열관 자연대류 열전달 성능 분석

□ 나선형 증기발생기 전열관 자연대류 열전달 성능 분석 필요성



[혁신형 SMR 원자로 도식]

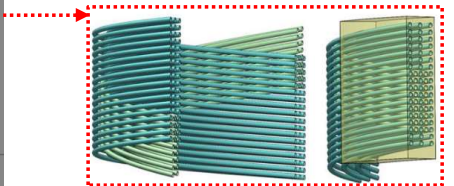
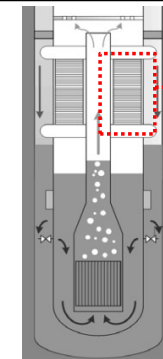
- 무봉산운전
- 탄력운전(일일 부하추종)
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- 완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각
- 모듈화
- **소형화**
- 재생에너지 연계 증진

⋮

부피 이점을 가진 나선형 증기발생기 적용

- SMART 및 경쟁노형(NuScale) 벤치마킹 결과 부피 감소 위해 나선형 증기발생기 적용.
- SMR 나선형 증기발생기 설계인자에 따른 자연대류 열전달 측정
- 사고시 자연대류에 의한 노심 열제거
→ 1차계통의 자연대류에 의한 충분한 냉각성능 요구

나선형 증기발생기 전열관 자연대류 열전달 성능 분석 필요



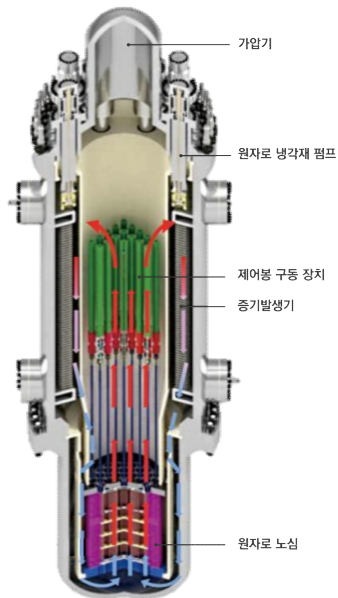
<NuScale의 1차계통 및 나선형 증기발생기 전열관>

나선형 증기발생기 전열관 자연대류 열전달 성능 분석

혁신형 SMR 열수력 현안

액체 공기 저장 시스템 (LAES) 연계 혁신형 SMR 유연 운전 기술 개발

□ LAES 연계 혁신형 SMR 유연 운전 기술 개발 필요성



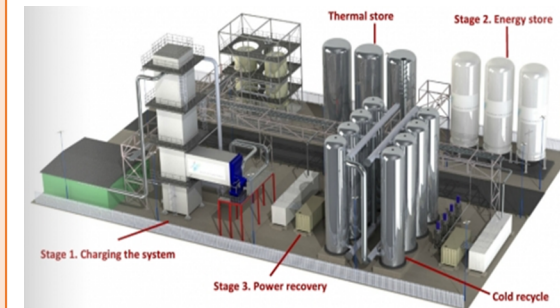
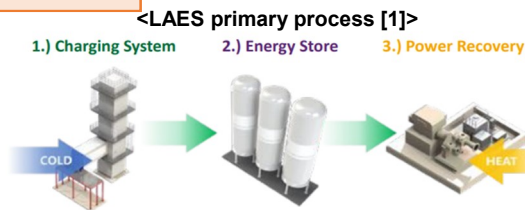
[혁신형 SMR 원자로 도식]

- 무봉산운전
- **탄력운전(일일 부하추종)**
- 상대적으로 높은 모듈당 열출력 (170MWe)
- 완전피동형 노심/잔열/격납용기 냉각
- 모듈화
- 소형화
- **재생에너지 연계 증진**

재생에너지 연계 에너지 변환 기술 요구

- 경쟁노형(NuScale) 벤치마킹 결과 재생에너지 연계 에너지 변환 기술 필요성 인식
- 재생에너지 증가로 인해 원전의 부하추종능력 확보가 요구 받고 있음
- 최근 대용량 에너지 저장 시스템을 가동 중 원자력 발전소의 발전시스템과 연계하여 운전하는 대안이 제시됨

LAES와 혁신형 SMR의 연계



<LAES system [1]>

액체 공기 저장 시스템(LAES) 연계 혁신형 SMR 유연 운전 기술 개발

학계의 역할 및 지원에 관한 제언

□ 혁신형 SMR 성공적 개발 위한 학계의 역할

- 기술의 개발, 구현, 그리고 실시의 중심에 인재가 있음: 2023년 혁신형 SMR 사업에 적극적 참여 필요
- SMR 설계 노하우를 보유 산학연 기관에 의한 노심, 계통, 종합, 혁신 기술 분야 전체를 다루는 혁신형 SMR 인재 양성 프로그램 운영
- 혁신형 SMR이 신재생에너지 분야와의 기술적/정책적 연계를 이뤄낼 수 있도록 원자력-신재생에너지 협의체 도출 및 운영(원자력-신재생에너지 국내 학회 추진 고려)
- 학부생 및 대학원생 관심 유도 위해 ‘원자력 논문연구 장학 프로그램’ 형태의 과기정통부 지원 (가칭) 혁신형 SMR 인재양성 프로그램 실시
- 학계가 참신하고 도전적인 아이디어를 창출하는 역할을 수행할 수 있도록 정량적 성과에 구속되지 않는 자유로운 연구 환경 지원 필요

Thank you for your attention

E-mail: sungjkim@hanyang.ac.kr