

# 2022 KNS 추계학회 워크샵

과제번호 : 202015203000090

과제유형 : 혁신제품형

## 원전해체 핵심실증시설 안전성평가 및 설계기술개발

2022.10.19.

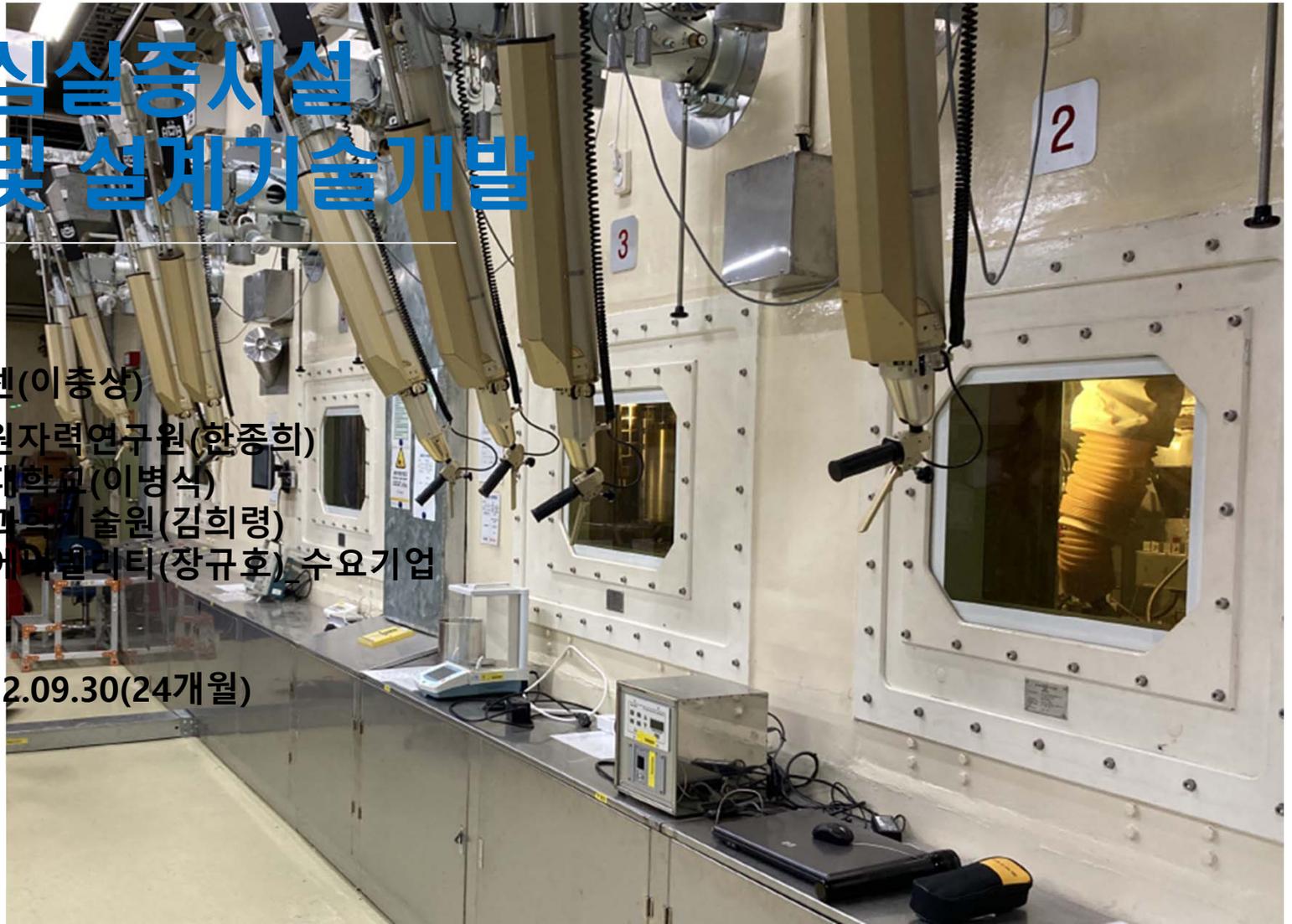
주관연구개발기관 : (주)코센(이충상)

공동연구개발기관 : 한국원자력연구원(한종희)  
단국대학교(이병식)  
울산과학기술원(김희령)  
두산에너빌리티(장규호) 수요기업

연구기간 : '20.10.01 ~ '22.09.30(24개월)



주식회사 코센  
KOCEN Co., Ltd.



**1** 기관 소개

**2** 과제 개요



주식회사 코센(KOCEN Co., Ltd)은 1998년 12월, 한국전력기술(주)로부터 분사되어 설립된 이래, 고객 여러분의 성원에 힘입어, 국내외 원자력, 화력발전소 및 기타 플랜트의 품질검사, 콘크리트시험, 설계엔지니어링, 자료관리분야에서 선도 기업 역할을 하고 있습니다.

## 주주 / CEO

임영하 대표이사

## 주요 사업

- **품질검사**  
원자력, 화력발전소 및 플랜트 기자재 품질검사 선도 업체
- **콘크리트시험**  
원자력발전소 콘크리트시험 TOP 1 PROVIDER
- **설계 엔지니어링**  
UAE 원전 배관설계, ITER설계 및 가동원전 설비개선설계의 성공적 수행
- **자료관리**  
원자력 및 화력발전소 자료관리 분야의 탁월한 수행 경험

## 주요 인허가 및 우수실적

- KOLAS 국가공인검사기관(SO / IEC 17020)
- KOLAS 국제공인시험기관(SO / IEC 17025)
- ISO 9001 품질경영시스템
- 엔지니어링사업자 11개 전문분야
- 한수원 가동원전 기계 및 구조 설계 Q등록
- 특허 17개 보유 등
- 'Barakah 원전 1호기 준공 기념' 한기 사장 감사패 수상
- 유관기업(한수원 중앙연구원, 한국전력기술)에서 독일 TÜV SÜD사와 함께 원전 해체 워크숍을 개최하는 등 원전 해체 분야에서도 기술력을 보유

## 근무지

- 성남 크란츠테크노(본사)
- 기장 사무소(대경기술빌딩)
- 고리, 창원, 울진, 김천, 경주, 울산, UAE Barakah 외

## 인력

- **높은 기술력의 탁월한 전문 경험인력 161명 보유**  
기술사 등 총 200개 기술자격 보유





- 국내에서 유일하게 사용후핵연료 취급과 조사재료특성 분석 등을 위한 핫셀을 운영
- 사용후핵연료 취급 시설 요건 개발 및 설계, 방사선 안전해석, 원격장치 개발 및 검증과 관련된 연구 경험 다수 보유



- '원전 해체 핵심요소 기술 원천 기반 연구 센터' 과제를 통해 다양한 원전 제염해체 기술 개발, 방사성 폐기물 처리 기술 개발, 해체부지의 방사선 측정 등 **종합적인 원전해체 관련 기술 개발 및 적용 연구**를 수행
- MCNP, VISPLAN 등 시뮬레이션 코드를 사용한 연구 수행 경험 다수 보유

## 보유 기술

- 대형 기밀셀 설계/구축/운영기술



- 고준위용 핫셀 설계/운영기술
- 핫셀 안전해석 기술 (임계/차폐/화재/오염확산)

## 연구시설/장비보유현황

- 중콘크리트 핫셀 시설



- 원격취급시험 가상/VR/실증 목업



## 특 허

- 삼중수소 및 전베타 측정을 위한 모니터링 시스템 및 분석방법 (19.1028)
- 액체 중 방사능 검출 시스템 (19.0225)
- 현장 베타 핵종 분석 시스템 및 분석방법 (19.03.14)
- 원자로 냉각재 환경기반 보론미터 정확도 평가 시스템 (18.10.17)
- 섬광체를 이용한 슬롯형 삼중수소 검출기 (18.12.13)
- 섬광형 검출기와 자율주행장치를 활용한 실시간 원격 현장형 해양 감마핵종 분석 시스템 (18.11.28)
- 수중 현장 베타 모니터링을 위한 전처리 및 검출부 통합 시스템 (18.09.10)
- 섬광섬유를 이용한 대면적 베타 방사선 모니터링 시스템 (18.03.07)
- 토양 내 베타방출 핵종의 현장 방사능 깊이 분포 분석을 위한 검출기 및 신호처리 방법 (18.03.19)

## 논문

- Kang, K, Bae, J. W., & Kim, H. R. (2019). Detection of tritium generated by proton exchange membrane electrolysis by optimization of electrolysis conditions. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 322(3), 1417-1421.
- Kang, K. J., Bae, J. W., & Kim, H. R. (2021). Tritium radioactivity estimation in cement mortar by heat-extraction and liquid scintillation counting. *Nud. Technol.* 53(11):3798-3807
- Lee, C, Kim, H. R., & Lee, S. J. (2021). Radiological safety evaluation of dismantled radioactive concrete from Kori Unit 1 in the disposal and recycling process. *Nuclear Engineering and Technology*, 53(6), 2019-2024. 외 1건



- 원전 해체 핵심요소 기술 원천 기반 연구 센터' 과제를 통해 해체작업에 대한 역무분석, 예상 사고 시나리오 도출 및 인적 오류에 영향을 미치는 설계요인, 환경요인 검토 등 종합적인 원전해체 관련 안전성평가 기술 개발 및 적용 연구 수행 경험 보유

## 특 허

- 인적오류 통합 시뮬레이션 모형(21.09.01)
- MATLAB(매트랩)을 통한 Fuzzy-AHP(퍼지-에이에이치피) 도출(AHP derivation through MATLAB) (21.06.11)

## 논문

- Nam, C. S., Lee, S. G. & Lee, B. S. (2021) Deriving Multiplier for the Stress PSF of RPM Decommissioning Activities, Journal of Korean Radioactive Waste Society, 342
- Nam, C. S., Kim, M. S., Kim, M. J., Kim, H. S. & Lee, B. S. (2021), Human Error Probability Estimate from the Stress on the RPM Dismantling Work, Transactions of the Korean Nuclear Society, S21-359.
- Kim, D. J., Kim, H. J., Ha, W. I., & Lee, B. S. (2021), Proposed safety class of core demonstration facilities for nuclear power plant decommissioning, Transactions of the Korean Nuclear Society, 21S-419.
- Kim, D. J., Lee, S. H., & Lee, B. S. A Study on the Class Classification of the Hot Cell Facility, Journal of Korean Radioactive Waste Society, 350.
- Lim, Y. J., Hwang, S. M., Park, S. O. & Lee, B. S. (2021), A Study on Importance of Value Criteria in Clearance Waste Recycling Scenario Using Fuzzy-AHP Process, Journal of Korean Radioactive Waste Society, 252.
- Lim, Y. J., Hwang, S. M., Park, S. O., & Lee, B. S. (2021), A Review on the Status of the Decommissioning Waste Recycling System in the World, Transactions of the Korean Nuclear Society, 21S-398



- '국내에 총 23기의 원전에 주요 기기 공급과 인허가 승인을 통해 기기 설계, 건전성 평가 및 차폐평가기술 축적
- 원자력 관계 시설의 내진해석, 구조 건전성 설계, 차폐 설계, 공조 설계 등 관련 기술 및 경험 보유

## 주요 사업

- 원전 주요기기
  - 1986년 한빛 원전 12호기를 시작으로 국내 원전 총 23기에 주요 기기 공급
  - 신한울 12호기부터는 RCP 및 MMIS를 포함하는 APR1400 주요 기기 완전 국산화 공급
- 원전 서비스
  - 원전의 장기 운전애 따른 Alloy 600 소재의 1차수 응력부식균열을 예방하기 위해 한국형 노형 및 Westinghouse 및 Framatome형 교체 기기를 제작 및 공급
- 원전 해체
  - 경수로형 방사화 압력용기 현장 해체 공정/장비 개발 및 Mock-up 실증 시험 완료
  - 증기발생기 해체 공정/장비 개발 및 Mock-up 실증 시험을 통한 신기술 (NET)인증 취득 및 혁신 제품 등록
  - 국내/외 Cask 제작 경험을 토대로 최적화된 설계를 구현한 제품 공급을 통해 국내/외 시장 참여 확대 추진

## 인증 및 수상

- 유자격공급자 등록(원전 증기발생기 전열관 정비기술 용역)
- 품질경영시스템(ISO 9001) 인증, 안전보건경영시스템(ISO 45001) 인증, 환경경영시스템(ISO 14001) 인증
- 품질경영대상 수상(1993)
- 신기술(NET) 인증(원전의 증기발생기 제염/해체 기술)

## 1. 과제명

- 원전 해체 핵심실증시설 안전성 평가 및 설계기술 개발

## 2. 주관기관 및 참여기관

- 주관 : (주)코센 / 참여기관 : 한국원자력연구원, 단국대학교, 울산과학기술원, 두산에너빌리티(주)\_수요기업

## 3. 연구기간 및 총사업비

- 2020.10 ~ 2022.09 (24개월) / 2,595(백만원)

## 4. 과제추진배경(목적)

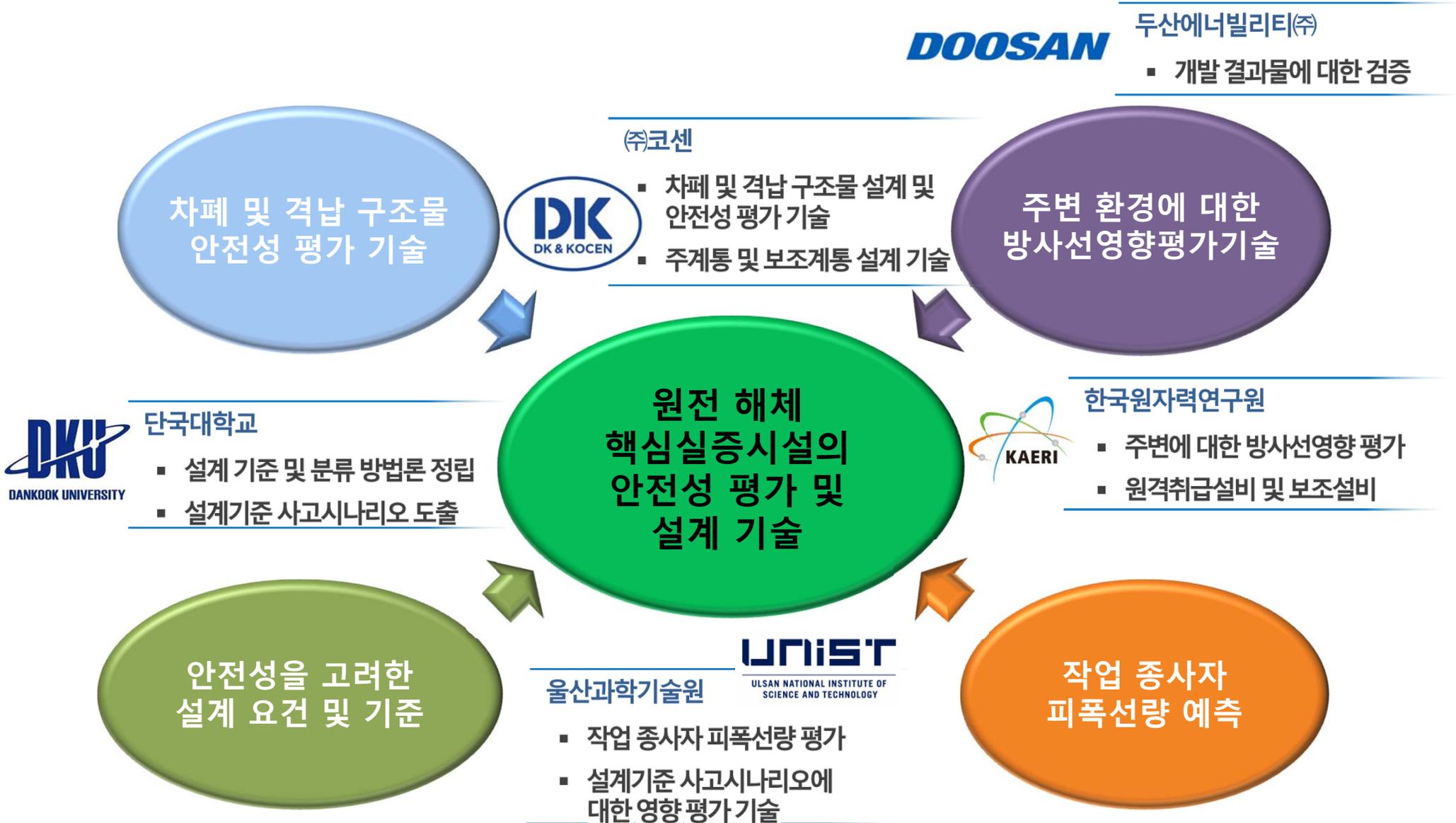
- 고리1호기 영구정지 선포('17.6)로 인해 원전 해체 시 배출되는 중저준위 폐기물의 재료 특성분석을 위해 핵심실증시설(핫셀)의 방사선학적 안전성을 평가하고 이를 바탕으로 차폐 및 격납 구조물과 주요 설비에 대한 설계 기술을 개발하기 위함

## 5. 원자력해체연구소(본원) 시설구축 계획



원전해체연구소 (본원)	
위치	부산시 기장군 장안읍 (고리원전인근, 부·산울산 경계지역)
부지면적(m <sup>2</sup> )	약 138,000
건축연면적(m <sup>2</sup> )	약 22,600(일반:13,158+관리9,450)
인프라 구성	일반건축 : 사무동, 연구동, Mock-up시험동(3개동) 방사선관리시설 : 실증분석동(1개동)
운영인력	80 ~ 120명
착공예정	일반시설('22.10) / 관리시설('23.02)

## 6. 기관별 기술개발 추진체계



### 7. 주요 개발내용

#### 7-1 핵심실증시설 안전성 평가기술

- 방사선원항 예측 및 평가
- 차폐평가 및 종사자 피폭선량 평가
- 주변환경에 대한 방사선환경영향 평가
- 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

#### 7-2 핵심실증시설 설계기술

- 핵심실증시설 일반설계기준서 개발
- 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 관련 설계자료 개발
- 핵심실증시설 주계통 설계자료 개발
- 상위 시설과 연계 위한 보조계통 상세 요건 개발
- 원격취급설비 및 보조설비 설계기술 및 기술사양 개발

#### 7-3 원전해체연구소 시설 인허가를 위한 핵심 입력자료 제공

- 방사선안전보고서



### 8. 핫셀의 주요 구성요소(구조물, 계통, 기기)

- ① 차폐 및 격납구조물
- ② 주계통 설비
  - 공기조화계통설비
- ③ 보조계통 연계설비
  - 전력공급설비, 계측제어설비
  - 소화약제공급설비, 압축공기공급설비
  - 용수공급설비, 조명설비
  - 방사선감시설비
- ④ 원격취급설비
  - 원격조정장치(Master Slave Manipulator)
  - 셀 내 크레인(In-Cell Crane) 외 3종
- ⑤ 보조설비
  - 차폐창(Radiation Shielding Window), 차폐도어(Shielding Door) 및 해치(Hatch)
  - 피드쓰루(Feed-through), 셀간도어(Pass-Thru Door)
  - 전면 투입구(Toboggan), 핫셀라이닝 및 작업테이블(Hot cell liner plate and working table)
  - 파디락(Padirac), 시료이송대차(Sample Transfer Cart & Rail)
  - 공압이송장치 외13종

## 9. 핵심실증시설 반입 시료

원자로압력용기 : 노심재모재 / 용접부 위치

원자로내부구조물 : core barrel, baffle plate, baffle former bolt 위치

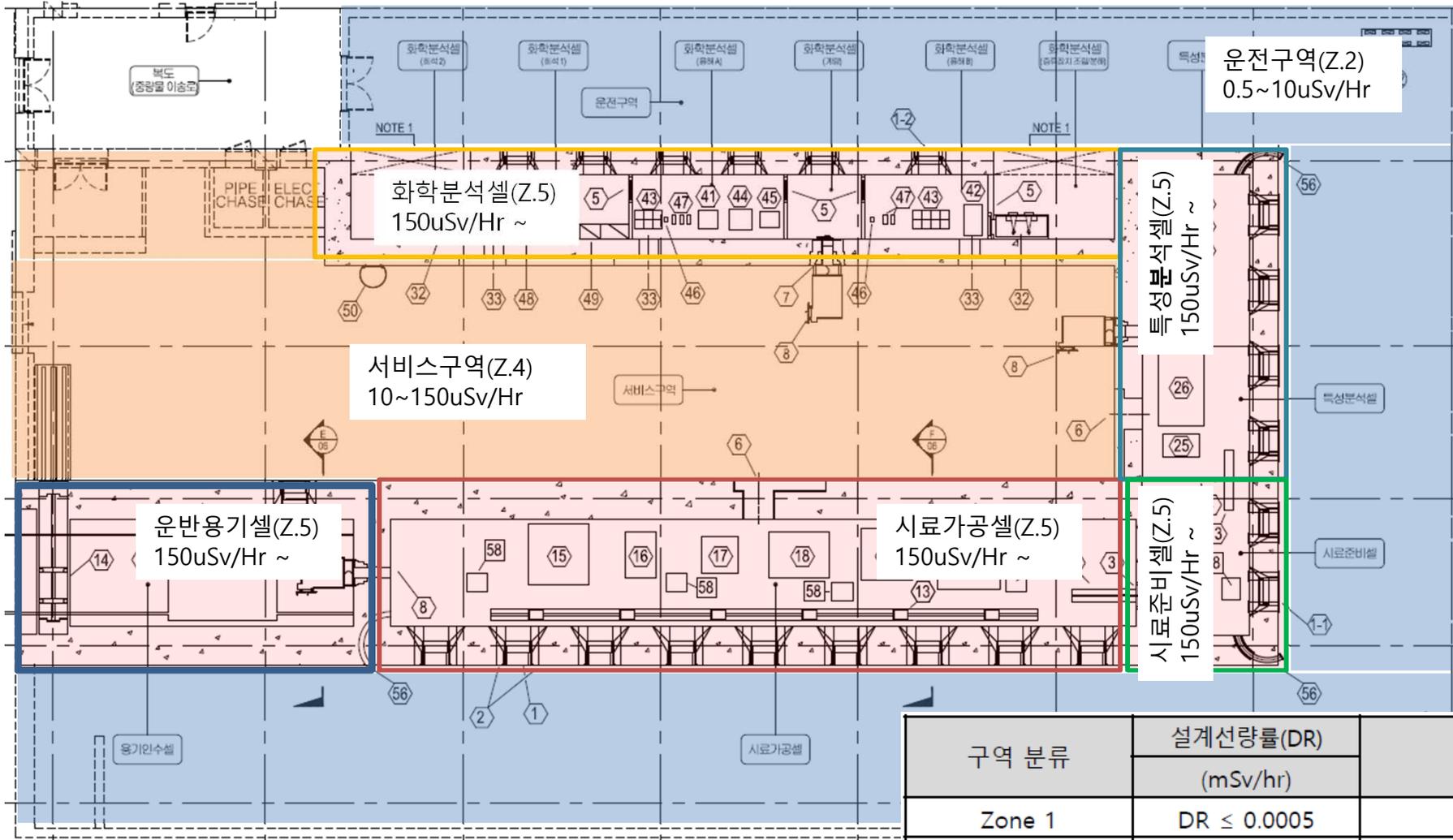
## 10. 핵심실증시설에서 수행되는 가공 및 시험을 위한 Flow Chart(공정 중심)

1. (GA 개발 관련) 핫셀에서 수행되는 시험을 이해하기 위한 Radioactive Sample Flow Chart 및 핫셀(시료가공/시료준비/특성분석/화학분석셀)에 대한 상세 용도/기능 설명 자료

용기인수셀	인수저장셀	시료 가공셀	시료 준비셀	특성 분석셀	화학 분석셀
운반용기인수 용기개폐/반출	반출입 대상 시료의 임시저장	반입된 해체 시료의 1차 기계적 절단 및 재료 특성 시험시편 가공 - 인장시편, 파괴인성시편, 충격시편	정밀분석(물리적성질)을 위한 미세시료 가공 - 조직검사용, 화학분석용 시편	방사성폐기물 재료특성 분석 - 인장/압축/충격/인성 시험 - 조직관찰 및 경도측정	핵종분석을 위한 전처리(용해/ 희석) 및 시료이송
차폐도어 용기대차 수평전안장치 IN-Cell Crane	설비 : IN-Cell Crane, MSM, 차폐창, 전면 투입구, 차폐해치, 라이닝, 공조 및 유틸리티 공급설비	공정장비 : Circular saw 절단기, Band saw 절단기, CNC 선반 / 밀링, 와이어컷 방전가공기, 방전가공기 설비 : IN-Cell Crane, MSM, 차폐창, 차폐도어, 셸간도어, 시료이송대차, Padirac, 전면투입구, 차폐해치, 라이닝, 작업테이블, 공조 및 유틸리티 공급설비	공정장비 : 핫셀용 고속 정밀 절단기, 핫셀용 저속 정밀 절단기, 핫셀용 마운팅장치, 핫셀용 연마장치 설비 : MSM, 차폐창, 셸간도어, 시료이송대차, Padirac, 전면투입구, 차폐해치, 라이닝, 작업테이블, 공압이송장치, 공조 및 유틸리티 공급설비	공정장비 : 레이저 마킹기, 핫셀용 정적/동적 만능시험기, 핫셀용 샤르피 충격시험기, 실체/광학 현미경, 미세경도계 설비 : MSM, 차폐창, 차폐도어, 셸간도어, 시료이송대차, Padirac, 전면투입구, 라이닝, 작업테이블, 공조 및 유틸리티 공급설비	공정장비 : 전기로, 고온회화로, 핵종처리시스템, 원심분리기, 분해장치, 핫플레이트 설비 : MSM, 차폐창, 차폐도어, 셸간도어, Padirac, 전면투입구, 차폐해치, 라이닝, 작업테이블, 공압이송장치, 공조 및 유틸리티 공급설비

## 11. 핵심실증시설 배치 및 방사선 관리구역 분류

### <지상 1층>



1. 방사선준위 10 CFR 20.11301 주민선량 초과기준
2. 원자력안전위원회 "방사선 안전관리 등의 기술기준 제3조 규정값기준 초과

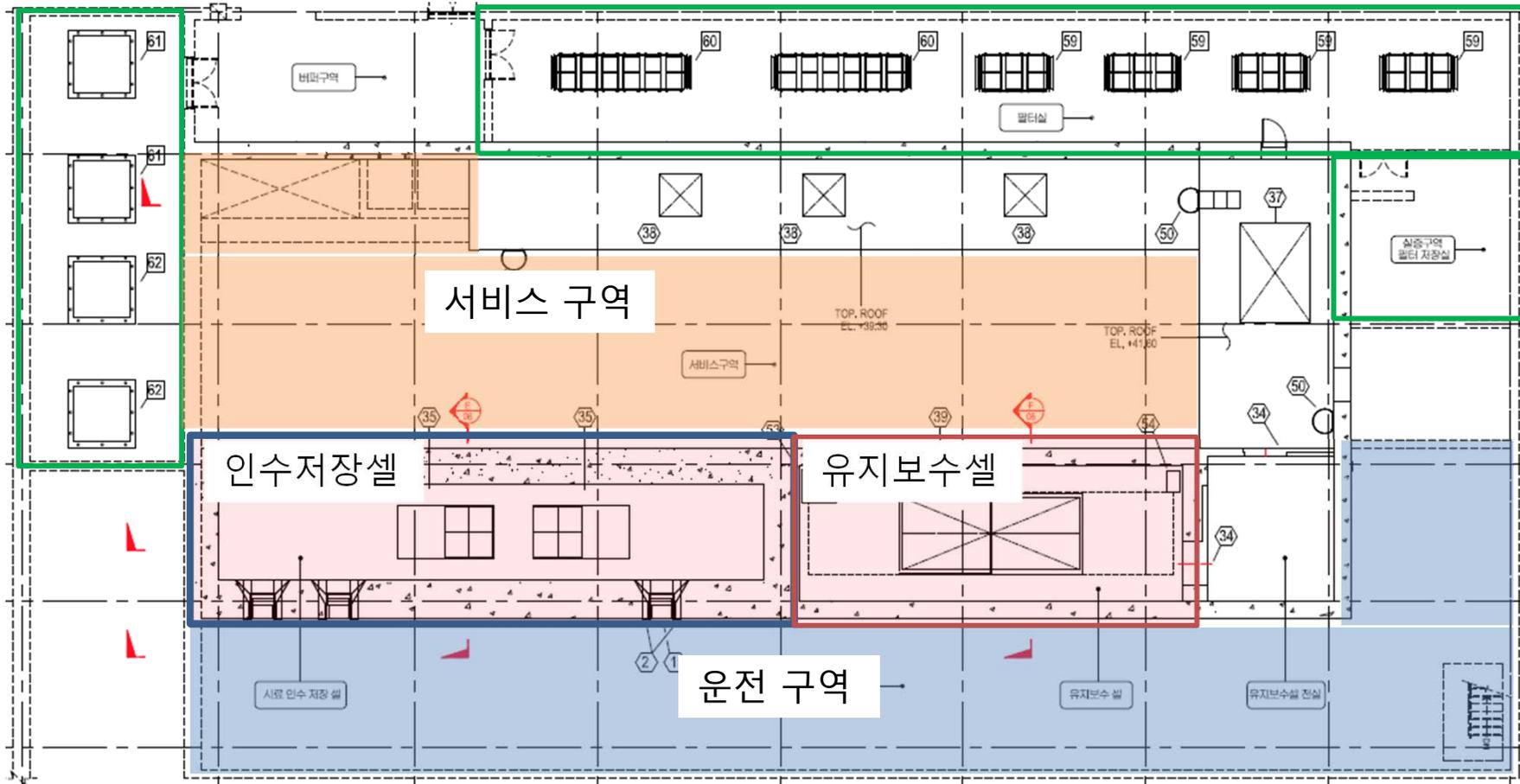
구역 분류	설계선량률(DR)	구역 설명
	(mSv/hr)	
Zone 1	$DR \leq 0.0005$	비관리구역
Zone 2	$0.0005 < DR \leq 0.01$	제한출입, 40시간/주 이하
Zone 3	$0.01 < DR \leq 0.1$	제한출입, 4시간/주 이하
Zone 4	$0.1 < DR \leq 1$	제한출입, 20분/주 이하
Zone 5	$DR > 1$	출입통제

## 11. 핵심실증시설 배치 구성

<지상 2층>

배기팬실

필터실

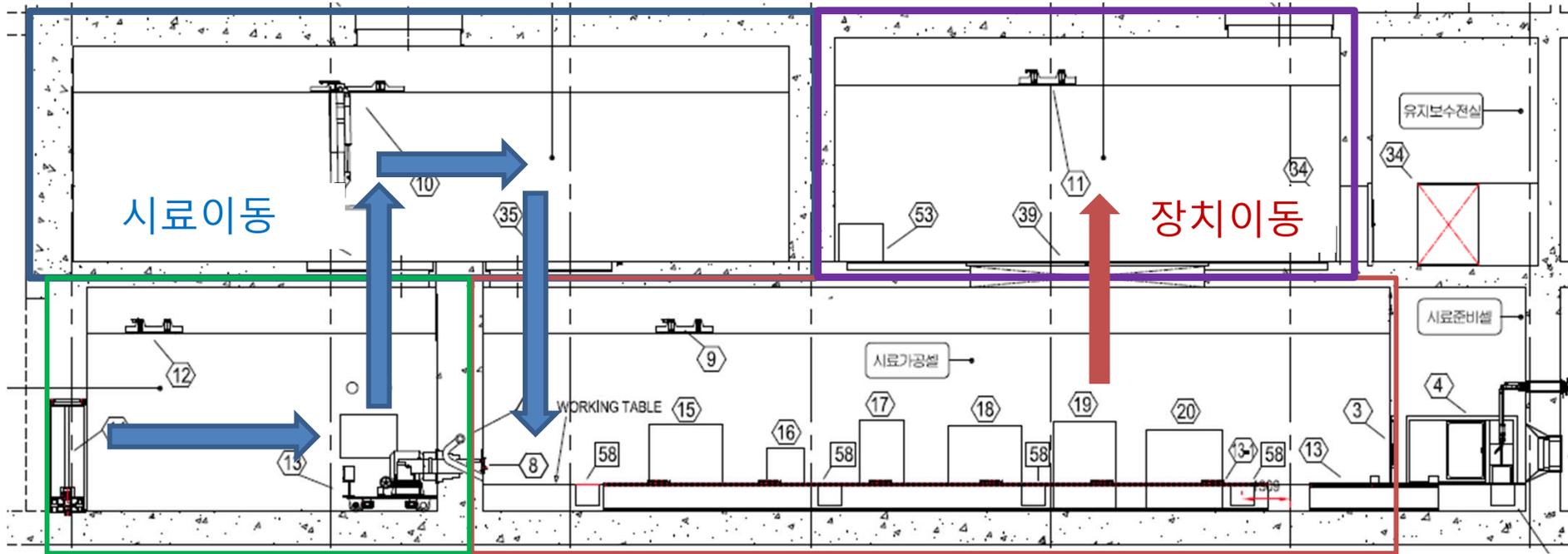


## 11. 핵심실증시설 배치 구성

### <시료 반출입 및 장치 유지보수경로>

인수저장셀

유지보수셀



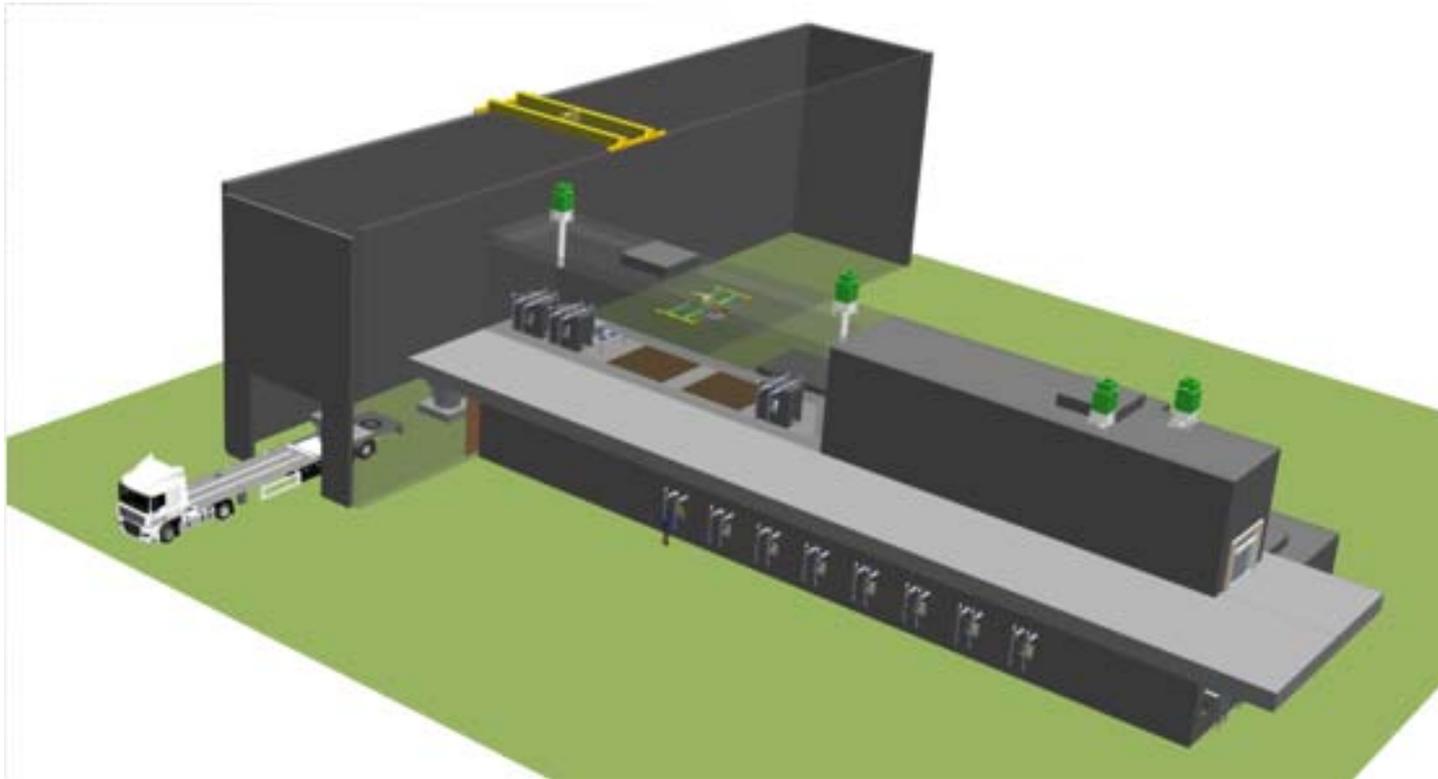
운반용기셀

시료가공셀



### 11. 핵심실증시설 배치 구성

#### <핵심실증시설 조감도>



**감사합니다.**

[www.kocen.com](http://www.kocen.com)

Tel 031-777-8500, FAX 031-777-8530

경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388, 크란츠테크노 13층(상대원동)

**주식회사 코센**  
KOCEN Co., Ltd.

## 원전해체 핵심실증시설 격납 구조물 설계

2022.10.19.

주관연구개발기관 : (주)코센(이충상)

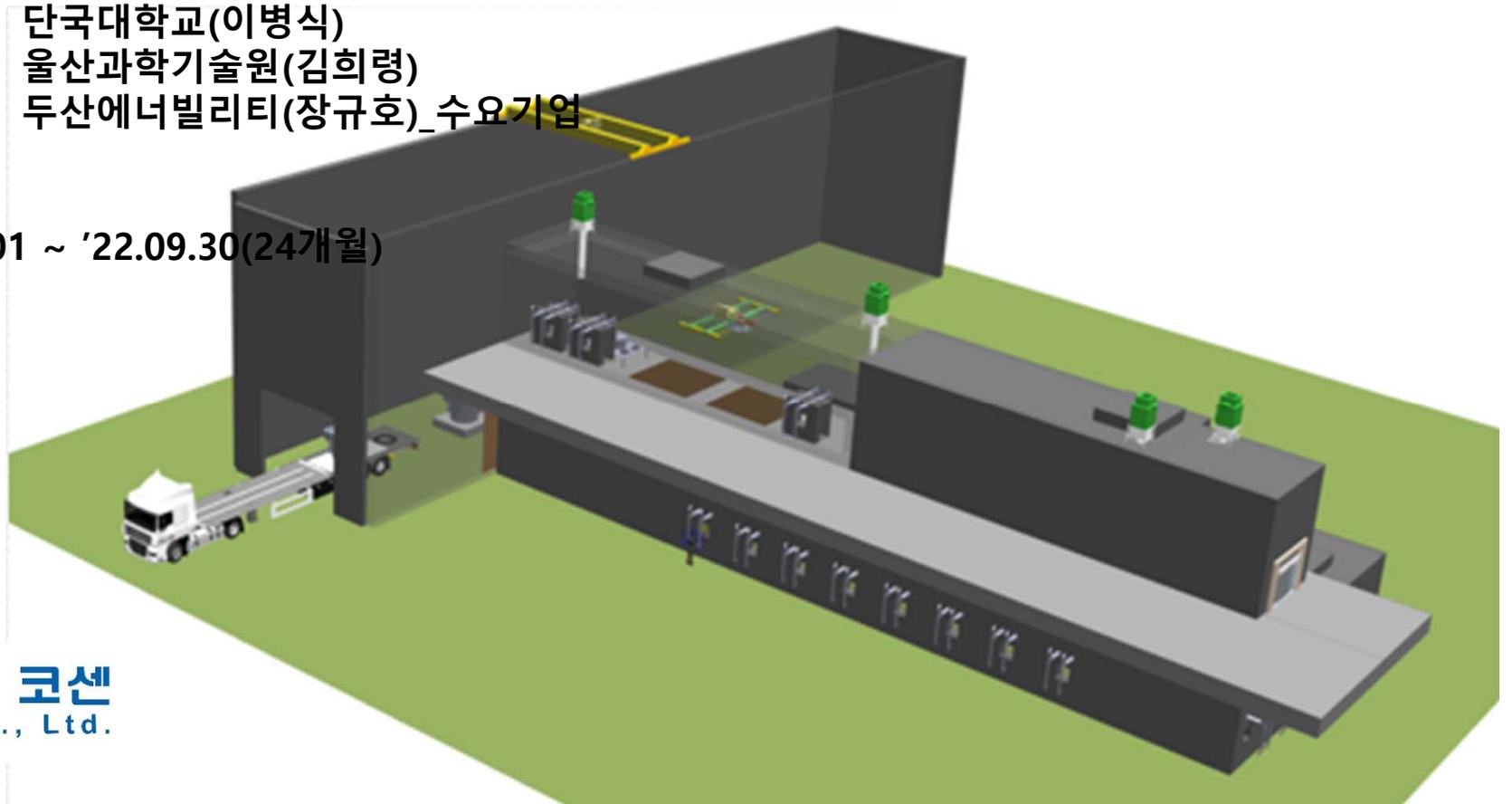
공동연구개발기관 : 한국원자력연구원(한종희)

단국대학교(이병식)

울산과학기술원(김희령)

두산에너빌리티(장규호)\_수요기업

연구기간 : '20.10.01 ~ '22.09.30(24개월)



**1** 연구수행실적

**2** 기타

## 1. 주요 개발내용

### 1-1 핵심실증시설 안전성 평가기술

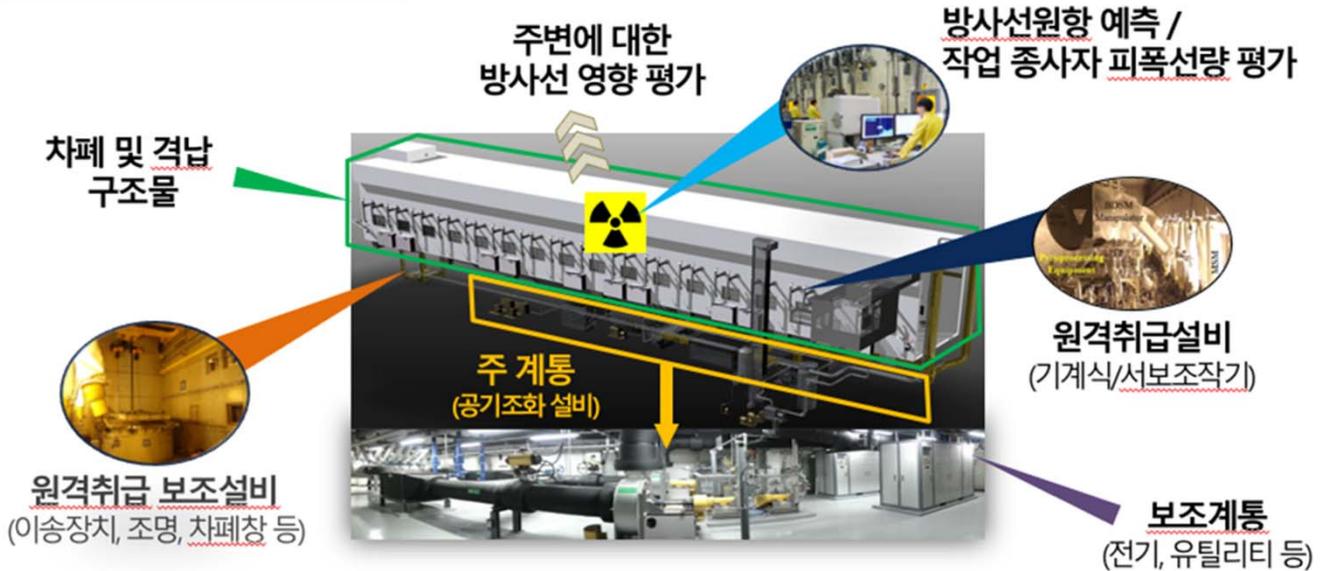
- 방사선원항 예측 및 평가
- 차폐평가 및 종사자 피폭선량 평가
- 주변환경에 대한 방사선환경영향 평가
- 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1-2 핵심실증시설 설계기술

- 핵심실증시설 일반설계기준서 개발
- 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 관련 설계자료 개발
- 핵심실증시설 주계통 설계자료 개발
- 상위 시설과 연계 위한 보조계통 상세 요건 개발
- 원격취급설비 및 보조설비 설계기술 및 기술사양 개발

### 1-3 원전해체연구소 시설 인허가를 위한 핵심 입력자료 제공

- 방사선안전보고서



## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1 차폐 및 격납 구조물(핵심실증시설) 건전성 평가

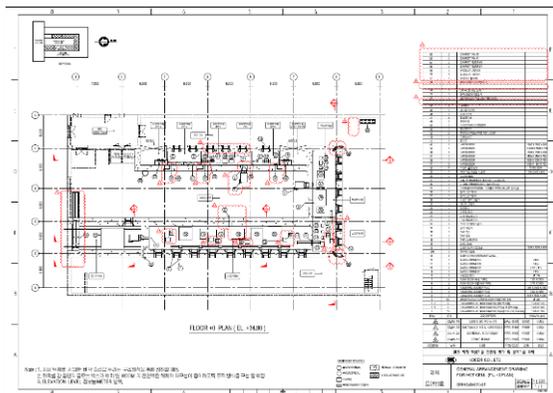
#### 1.1 특기사항

- 실증분석동 내 핵심실증시설(핫셀) 구조체가 존재하는 일체형 구조물로 핵심실증시설 포함한 실증분석동을 모델링하여 해석을 수행하였으며, 핵심실증시설에 해당하는 부재의 해석을 통해 철근 콘크리트 부재 및 강구조의 구조적 건전성을 평가함

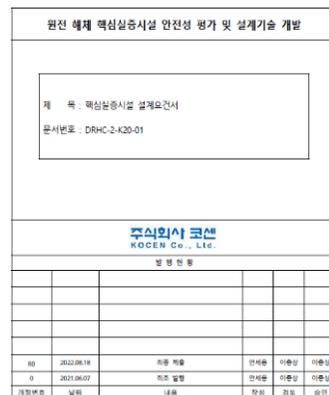
#### 1.2 실증분석동 구조해석을 위한 핵심실증시설(핫셀) 설계자료

##### ① GA(General Arrangement) DWG. / ② 핵심실증시설 설계요건서 / ③ 핵심실증시설 기기 하중정보 목록

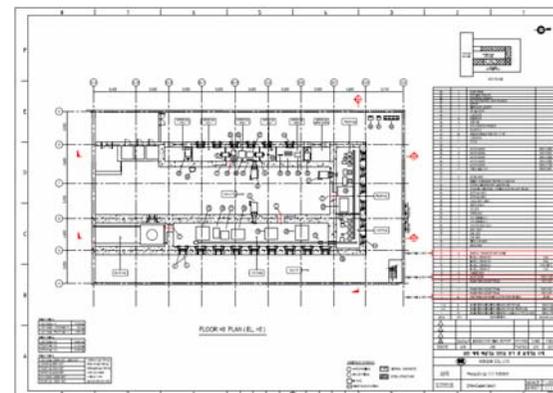
- 핫셀 구조물 차폐평가를 통한 두께 정보, 운전 및 기능을 고려한 셀 배치, 시료 및 장비의 반·출입, 동선, 서비스공간 및 운전구역 등을 고려한 핵심실증시설의 구조 배치도면(평면도, 단면도, 상세도) 작성
- 핵심실증시설 설계, 내진, 기준요건에 관한 정보 작성
- 핵심실증시설 내 원격제어설비, 보조설비 및 공정장비 하중정보 작성



GA(General Arrangement) DWG.



핵심실증시설 설계요건서



핵심실증시설 기기 하중정보

## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1.3 건물개요

원전해체연구소 (본원) 내 실증분석동	
건물위치	부산시 기장군 장안읍(고리원전인근, 부·산울산 경계지역)
건물규모 및 형식	지하1층 ~ 지상2층 철근콘크리트구조물(지붕: 철골구조)
지진하중	지역계수 0.22g(2,400년 재현주기) / 지반등급 S2 / 내진등급(특)
풍하중	기본 풍속 38m/sec(100년 재현주기) / 노풍도 D

### 1.4 적용기준 및 참고문헌

관련 법규	건축법 및 시행령/건축물의 구조기준에 관한 규칙)
구조시스템	건축구조기준(KDS 41(KBC-2019), 국토교통부)
지진하중	건축물 내진설계기준 및 해설(대한건축학회,2019) 콘크리트 구조설계(국토교통부,KDS 4130,KDS1420) 콘크리트 구조기준(한국콘크리트학회,KCI-USD12)

## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1.5 재료강도

구분	강도		비고
콘크리트	전부재(기초제외)	$f_{ck} = 30$	28일 재령기준 강도
	기초	$f_{ck} = 30$	
철근	HD13 이하	$F_y = 500(\text{SD500})$	KS D 3504
	HD16 이상	$F_y = 600(\text{SD600})$	

### 1.6 지반조건 및 지하수위

- 기초형식 : 말뚝기초, PHC D600(말뚝허용지지력  $R_a=1,900 \text{ kN/ea}$ )
- 지하수위 : GL -1.5m

### 1.7 구조해석 프로그램

구분	해석 프로그램
골조해석 및 기둥, 보	MIDAS GEN(Ver. 896)
바닥판 해석 및 설계	MIDAS SDS(Ver. 390)
기타 부재	MIDAS Design+ (Ver. 460), BEST (Ver. 2.7.1)

## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1.8 건정성 평가 입력정보

#### ① 고정하중 및 활하중

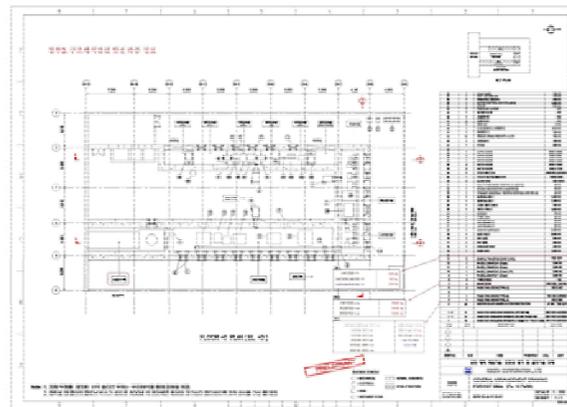
- PH ROOF, 지붕층(내/외부), 지상1층, 지상2층(무근콘크리트, 슬래브, 경량천장, 자갈, 마감, 모르타르 등)

#### ② 핵심실증시설 기기 하중정보 목록

- 핵심실증시설 내 원격제어설비, 보조설비 및 공정장비 하중정보 리스트화 산정

PH ROOF						
구분	두께	비중	Dead Load	Live Load	Service Load	Factored Load
무근콘크리트	T-150	23	3.45 kN/m <sup>2</sup>		(1.0DL+1.0LL)	(1.2DL+1.6LL)
방수 및 단열	T-150		1.00 kN/m <sup>2</sup>			
슬래브	T-150	24	3.60 kN/m <sup>2</sup>			
경량천장			0.50 kN/m <sup>2</sup>			
Total Dead Load			8.55 kN/m <sup>2</sup>	5.00 kN/m <sup>2</sup>	13.55 kN/m <sup>2</sup>	18.26 kN/m <sup>2</sup>
지붕층(외부)						
구분	두께	비중	Dead Load	Live Load	Service Load	Factored Load
자갈	T-125	23	2.88 kN/m <sup>2</sup>			
방수 및 단열			1.20 kN/m <sup>2</sup>			
무근콘크리트	T-150	23	3.45 kN/m <sup>2</sup>		(1.0DL+1.0LL)	(1.2DL+1.6LL)
슬래브	T-150	24	3.60 kN/m <sup>2</sup>			
경량천장			0.50 kN/m <sup>2</sup>			
Total Dead Load			11.63 kN/m <sup>2</sup>	5.00 kN/m <sup>2</sup>	16.63 kN/m <sup>2</sup>	21.95 kN/m <sup>2</sup>
지붕층(THK.700, 내부EL.+13400)						
구분	두께	비중	Dead Load	Live Load	Service Load	Factored Load
마감	T-100	20	2.00 kN/m <sup>2</sup>			
슬래브	T-700	24	16.80 kN/m <sup>2</sup>			
경량천장			0.50 kN/m <sup>2</sup>			
Total Dead Load			19.30 kN/m <sup>2</sup>	6.00 kN/m <sup>2</sup>	25.30 kN/m <sup>2</sup>	32.76 kN/m <sup>2</sup>

고정하중 및 활하중



핵심실증시설 기기 하중정보

#### ③ 핵심실증시설 크레인(30T, 10T) 기둥반력 산정

- 크레인 Data Sheet 입력정보 활용하여 Max & Design wheel Load, Max Crane girder reaction 값 산정



## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1.8 건정성 평가 입력정보

- ⑦ 이외 적재하중, 유체하중, 온도하중, 토압 및 수압 등 산정
- ⑧ 하중조합
  - 강도 한계상태설계의 하중조합(Ultimate Design Load Combination)
  - 사용하중상태의 하중조합(Service Load Combination)

### 1.9 구조해석

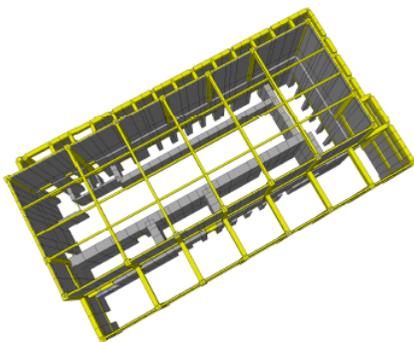
- 구조해석은 구조물의 정확한 거동분석 및 해석을 위해 핫셀을 포함한 전체 구조물에 대해 3차원 모델링하였으며, 모든 부재는 해당 부재의 이론적 등가 강성을 가지는 3차원 보 요소 및 트러스 요소로 이상화된 3차원 모델을 유한요소 해석법을 이용한 구조해석을 수행하여 구조 안전성 검토와 구조물 설계를 수행

#### ① MODELING

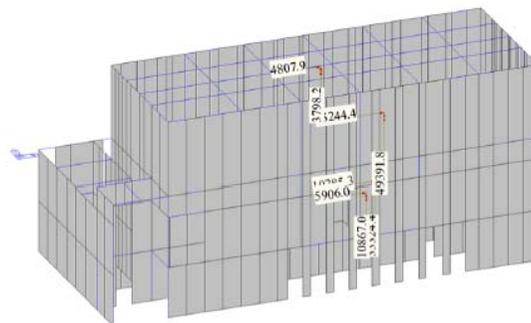
#### ② LOADING ASSIGN (ROOF 1~3 DEAD & LIVE LOAD, 1F ~ 2F DEAD & LIVE LOAD, CRANE LOAD, WIND LOAD, SEISMIC LOAD)

#### ③ 구조해석 OUTPUT DATA (반력데이터, 최대발생변위(X,Y))

그림4-11 골조 투시도



MODELING



LOADING ASSIGN



그림4-16 100년 재현주기 풍하중에 의한 X 방향 변위

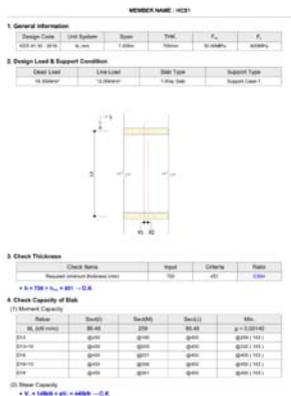


최대발생변위

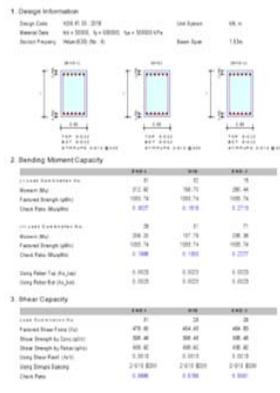
## 차폐 및 격납 구조물에 대한 안전성 평가

### 1.10 부재 설계

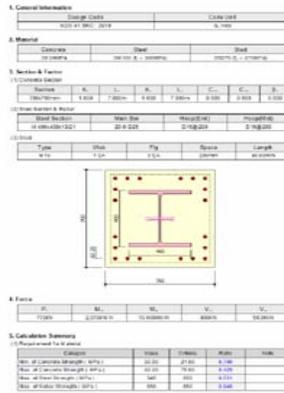
- ① 슬래브 설계
- ② 보 및 거더 설계
- ③ 기둥설계
- ④ 벽체설계
- ⑤ 기초설계



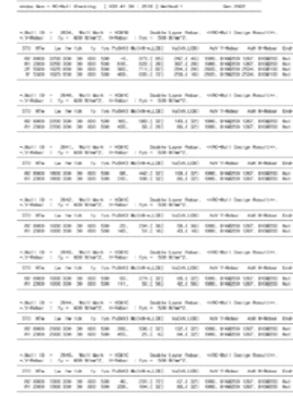
슬래브 설계



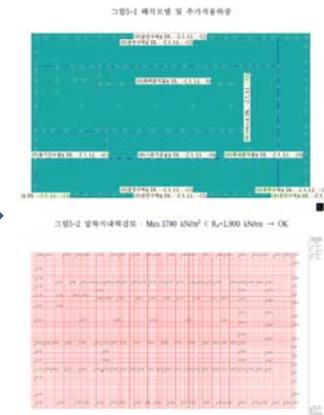
보 및 거더 설계



기둥설계



벽체설계



기초설계

### 1.11 구조 건전성 평가 결과

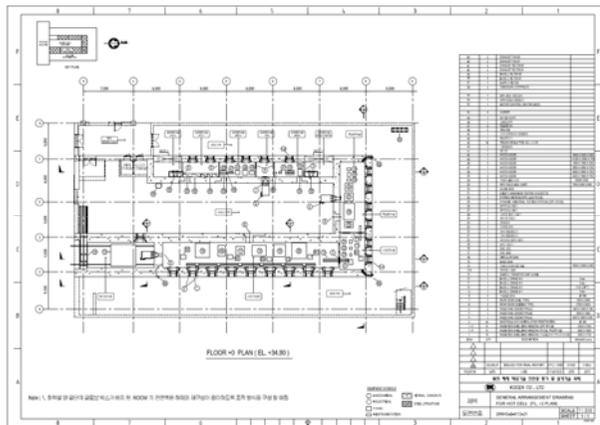
- 본 연구과제의 대상인 핵심실증시설(핫셀)에 대하여 지진하중을 포함한 구조해석을 통하여 해당 부재의 구조적 안전성을 확보할 수 있도록 부재설계를 진행하여, 지진하중을 포함한 외부 영향에 대하여 충분한 안전성을 확보하였고, 핵심실증시설 정적/동적 구조 건전성 평가 보고서를 과제 결과물로 개발 완료함.

## 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 설계기술 개발

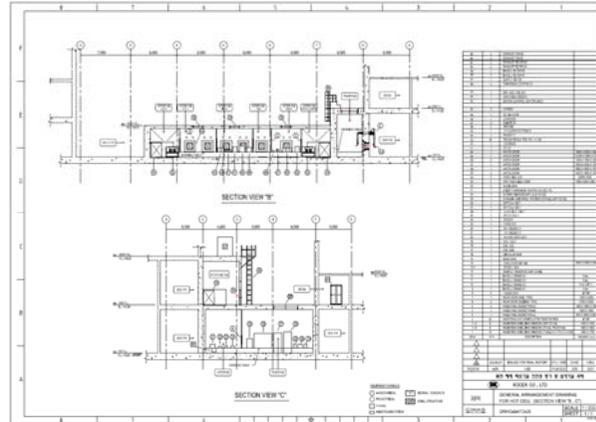
## 2 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 관련 설계기술

### 2.1 핵심실증시설(핫셀) General Arrangement 도면

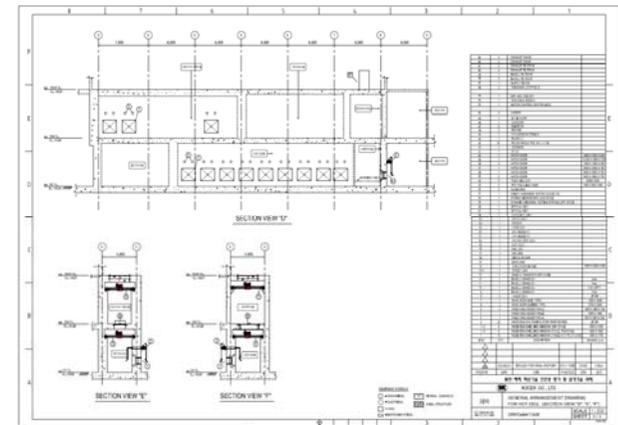
- 핫셀 구조물 차폐평가를 통한 두께 정보, 운전 및 기능을 고려한 셀 배치, 시료 및 장비의 반·출입, 동선, 서비스공간 및 운전구역 등을 고려한 핵심실증시설의 구조 배치도면(평면도, 단면도, 상세도) 작성



평면도(1층, 2층, 지붕)



단면도

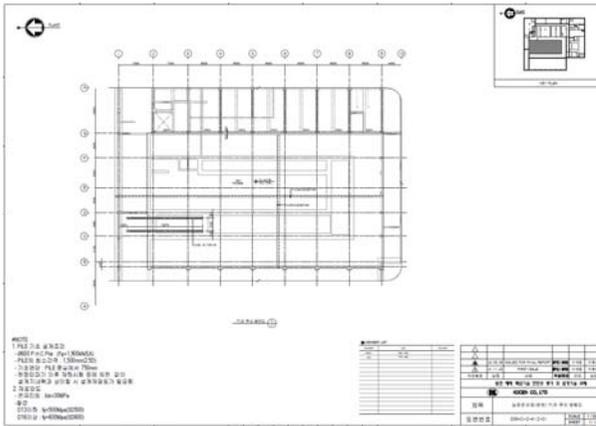


단면도

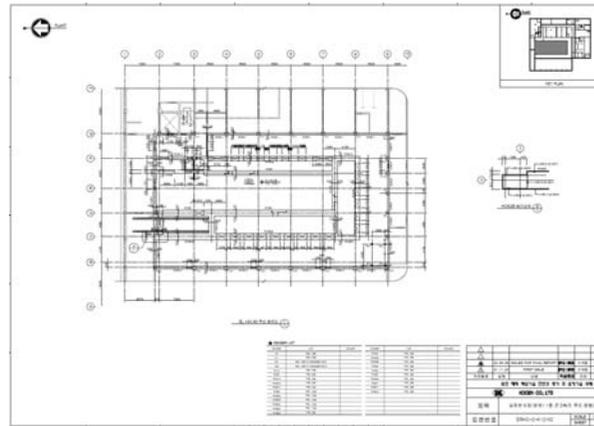
## 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 설계기술 개발

### 22 핵심실증시설(핫셀) 콘크리트 구조도면

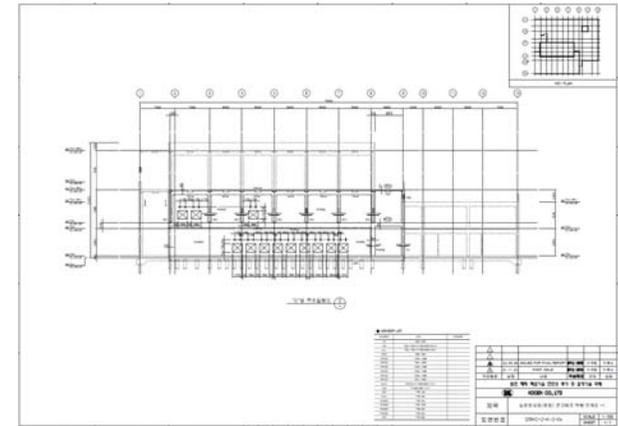
- 핵심실증시설(이하 "핫셀") 정적/동적 구조 건전성 평가를 기반으로한 콘크리트 구조도면 개발



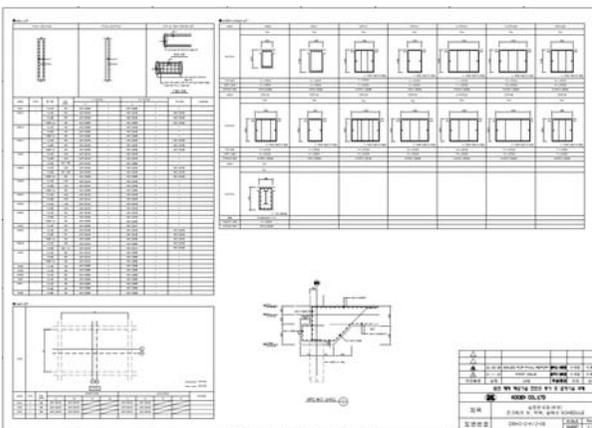
기초구조평면도



1층2층,지붕층 콘크리트 구조 평면도



콘크리트 벽면 전개도

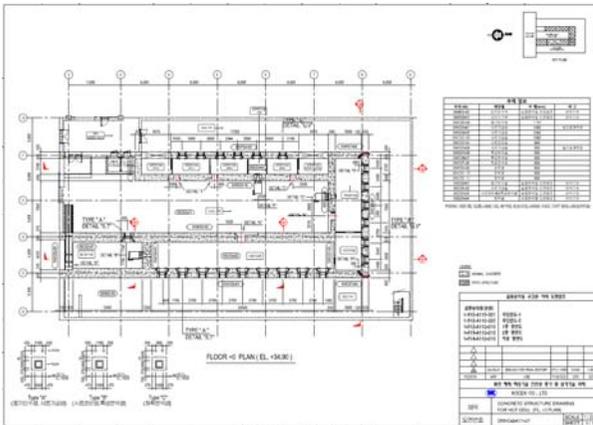


콘크리트 보, 벽체, 슬래브 SCHEDULE, MEMBER LIST

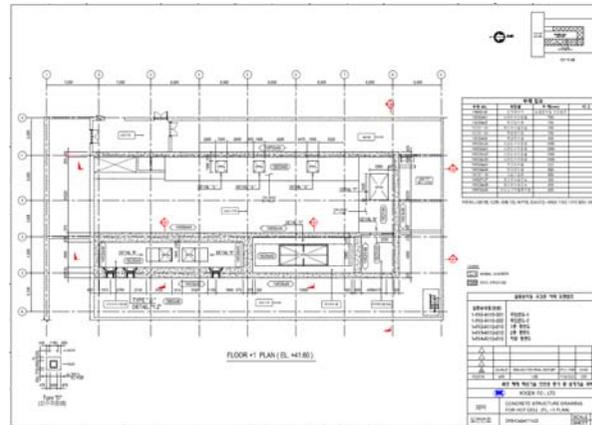
## 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 설계기술 개발

### 23 핵심실증시설(핫셀) 건축도면

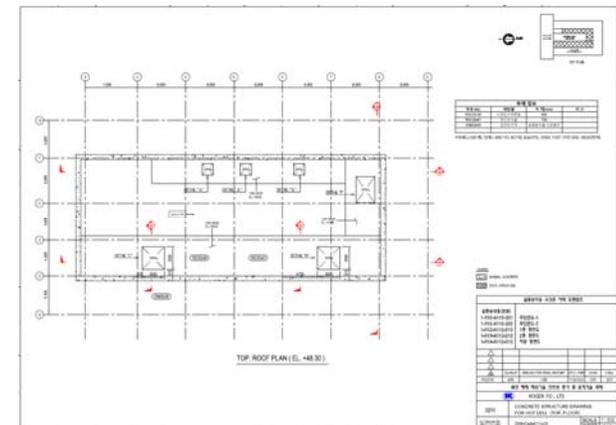
- 핵심실증시설(이하 "핫셀") 정적/동적 구조 건전성 평가를 기반으로한 콘크리트 건축도면 개발
- 벽체, 슬래브 NO & SIZE, 마감, 개구부 상세, 각층 및 반자높이 정보



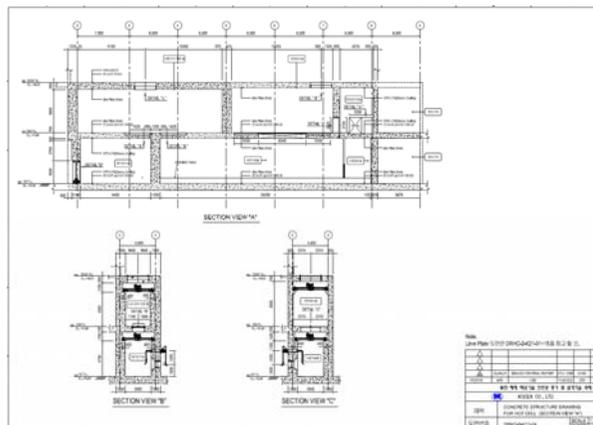
FLOOR +0 (EL. 34.90)



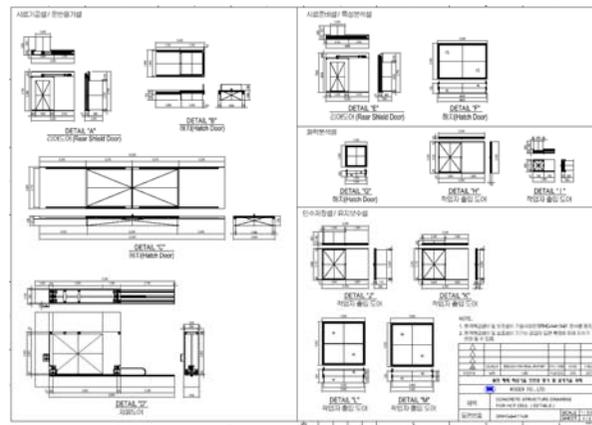
FLOOR +1 (EL. 41.60)



TOP. ROOF (EL. 48.30)



단면도



개구부 상세도



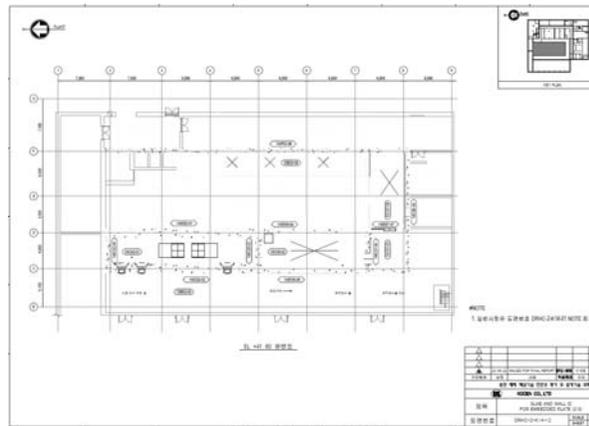
## 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 설계기술 개발

### 2.4 EMBEDDED PLATE SCHEDULE

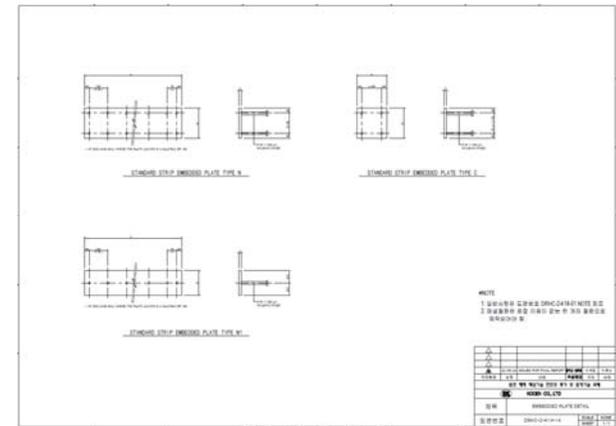
- Utility PIPE(압축공기/용수/소방) & Cable Tray Support 용 EMBEDDED PLATE SCHEDULE
- EP. SIZE, Location, EP. NO, STUD Information

NO	EP. NO.	WALL & SLAB	VERTICAL SURFACE	COLUMN/SLAB	EMBEDDED	EP. SIZE	STUD	TYPE	UNIT
1	EP-001	WALL	W	1	1	1000	100	1	1000
2	EP-002	WALL	W	2	2	1000	100	1	1000
3	EP-003	WALL	W	3	3	1000	100	1	1000
4	EP-004	WALL	W	4	4	1000	100	1	1000
5	EP-005	WALL	W	5	5	1000	100	1	1000
6	EP-006	WALL	W	6	6	1000	100	1	1000
7	EP-007	WALL	W	7	7	1000	100	1	1000
8	EP-008	WALL	W	8	8	1000	100	1	1000
9	EP-009	WALL	W	9	9	1000	100	1	1000
10	EP-010	WALL	W	10	10	1000	100	1	1000
11	EP-011	WALL	W	11	11	1000	100	1	1000
12	EP-012	WALL	W	12	12	1000	100	1	1000
13	EP-013	WALL	W	13	13	1000	100	1	1000
14	EP-014	WALL	W	14	14	1000	100	1	1000
15	EP-015	WALL	W	15	15	1000	100	1	1000
16	EP-016	WALL	W	16	16	1000	100	1	1000
17	EP-017	WALL	W	17	17	1000	100	1	1000
18	EP-018	WALL	W	18	18	1000	100	1	1000
19	EP-019	WALL	W	19	19	1000	100	1	1000
20	EP-020	WALL	W	20	20	1000	100	1	1000
21	EP-021	WALL	W	21	21	1000	100	1	1000
22	EP-022	WALL	W	22	22	1000	100	1	1000
23	EP-023	WALL	W	23	23	1000	100	1	1000
24	EP-024	WALL	W	24	24	1000	100	1	1000
25	EP-025	WALL	W	25	25	1000	100	1	1000
26	EP-026	WALL	W	26	26	1000	100	1	1000
27	EP-027	WALL	W	27	27	1000	100	1	1000
28	EP-028	WALL	W	28	28	1000	100	1	1000
29	EP-029	WALL	W	29	29	1000	100	1	1000
30	EP-030	WALL	W	30	30	1000	100	1	1000
31	EP-031	WALL	W	31	31	1000	100	1	1000
32	EP-032	WALL	W	32	32	1000	100	1	1000
33	EP-033	WALL	W	33	33	1000	100	1	1000
34	EP-034	WALL	W	34	34	1000	100	1	1000
35	EP-035	WALL	W	35	35	1000	100	1	1000
36	EP-036	WALL	W	36	36	1000	100	1	1000
37	EP-037	WALL	W	37	37	1000	100	1	1000
38	EP-038	WALL	W	38	38	1000	100	1	1000
39	EP-039	WALL	W	39	39	1000	100	1	1000
40	EP-040	WALL	W	40	40	1000	100	1	1000

EMBEDDED PLATE SCHEDULE



SLAB AND WALL ID.

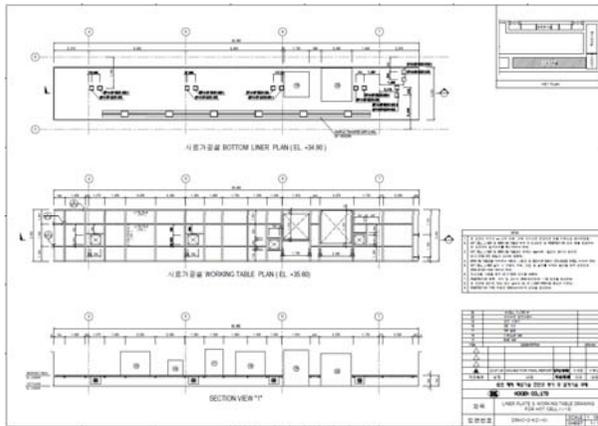


EMBEDDED PLATE DETAIL

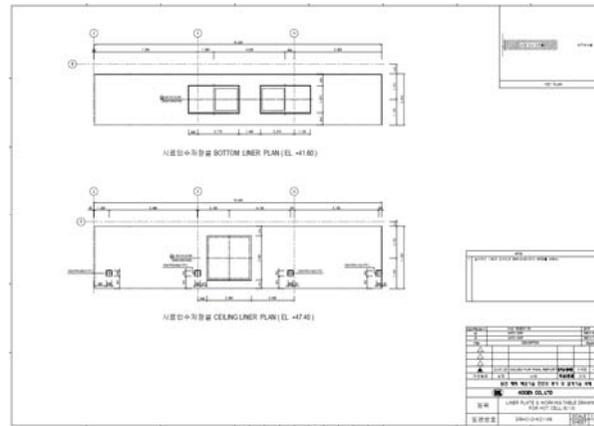
## 핵심실증시설 차폐 및 격납구조물 설계기술 개발

### 2.5 LINER PLATE & WORKING TABLE DRAWING

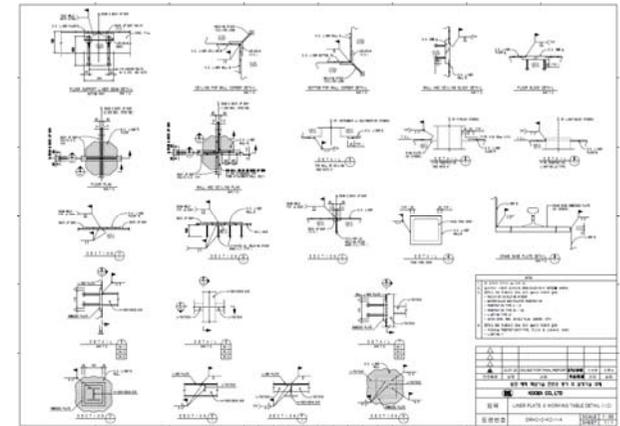
- 핫셀 내벽은 콘크리트 시공후 거친 표면으로 인해 오염 물질들이 부착될 우려 방지와 오염 시 제염의 용이성, 그리고 핫셀의 기밀성 확보를 위하여 Stainless Steel 라이너 마감하며, 핫셀 내 공정장비 운전 및 운전원 시야확보를 위한 작업테이블 도면 개발



LINER PLATE & WORKING TABLE DWG



LINER PLATE DWG



LINER PLATE & WORKING TABLE 상세

## 핵심실증시설 주계통 설계기술 개발

### 3 핵심실증시설 주계통 설계기술

#### 3.1 핵심실증시설 HVAC 시스템 설계요건서

##### ① 기능 요건

- 방사선관리구역 구분
- 구분된 구역을 참고하여 KSA ISO 17873:2012, 원자력 시설 – 원자력 시설용 환기계통의설계 및 운전 기준(원자로 제외)에 따라 격납등급 / 환기유형을 선정

##### ② 성능요건

- 부압, 기기차폐, 부속기기(필터, 댐퍼 등) 요건

##### ③ 연계요건

- 전원공급, 계측제어, 방사선 모니터링, 화재방호 요건

##### ④ 재질, 등급분류 요건

##### ⑤ 환경요건

- 시스템작동 요건(압력, 온도, 습도)

##### ⑥ 유지관리 요건

##### ⑦ 가동중 검사 요건

##### ⑧ 품질보증 요건

##### ⑨ 참고문헌

원전 해체 핵심실증시설 안전성 평가 및 설계기술 개발					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p>제 목 : 핵심실증시설 HVAC 시스템 설계요건서</p> <p>문서번호 : DRHC-2-K40-01</p> </div>					
<b>주식회사 코센</b> KOCEN Co., Ltd.					
발행 현황					
RD	2022.08.03	ISSUED FOR FINAL REPORT	김경민	안세웅	이홍상
개정번호	날짜	내용	작성	검토	승인

핵심실증시설 HVAC 시스템 설계요건서

## 핵심실증시설 주계통 설계기술 개발

### 3.2 핵심실증시설 HVAC 시스템 설계 계산서

- ① 일반사항
- ② 설계조건
  - 가정사항, 적용요건
- ③ 핫셀 내 발열 부하
  - 각 셀별 내부 발열부하 계산(장비운전, 조명 등)
- ④ 발열 부하에 따른 풍량
  - 냉각풍량, 설정온도 및 취출공기온도 기준
- ⑤ 환기횟수 선정 및 배기풍량 계산
  - 환기 횟수는 유도공기중농도(Derived Air Concentration, DAC) 여건, 차압, 온도/습도 요건을 고려
- ⑥ 핫셀별 설계풍량 계산
  - 누설량 계산 값 기준
- ⑦ 배기팬 선정
- ⑧ 참고문헌

원전 해체 핵심실증시설 안전성 평가 및 설계기술 개발					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>제 목 : 공조 설계 계산서</p> <p>문서번호 : DRHC-2-K44-01</p> </div>					
<b>주식회사 코센</b> KOCEN Co., Ltd.					
발행 현황					
RO	2022.08.03	ISSUED FOR FINAL REPORT	강경민	안세용	이종상
개정번호	날짜	내용	작성	검토	승인

핵심실증시설 HVAC 시스템 계산서

## 핵심실증시설 주계통 설계기술 개발

### 3.3 핵심실증시설 HVAC System Description

- ① 목적
- ② 설계요건
- ③ 계통 및 기기 설명
  - 설계기준, 공정, 계통 구성기기, 계측제어
- ④ 신뢰성
- ⑤ 정비성
- ⑥ 기기 제작 요건
- ⑦ 설치
- ⑧ 시운전 및 정보요건
- ⑨ 운전
  - 전제조건, 정상운전, 비정상운전
- ⑩ 참고문헌

원전 해체 핵심실증시설 안전성 평가 및 설계기술 개발					
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>제 목 : 핵심실증시설 HVAC System Description 문서 번호 : DRHC-2-K41-01</p> </div>					
<b>주식회사 코센</b> KOCEN Co., Ltd.					
발행현황					
RO	2022.08.18	ISSUED FOR FINAL REPORT	강경민	안세용	이종상
개정번호	날짜	내용	작성	검토	승인

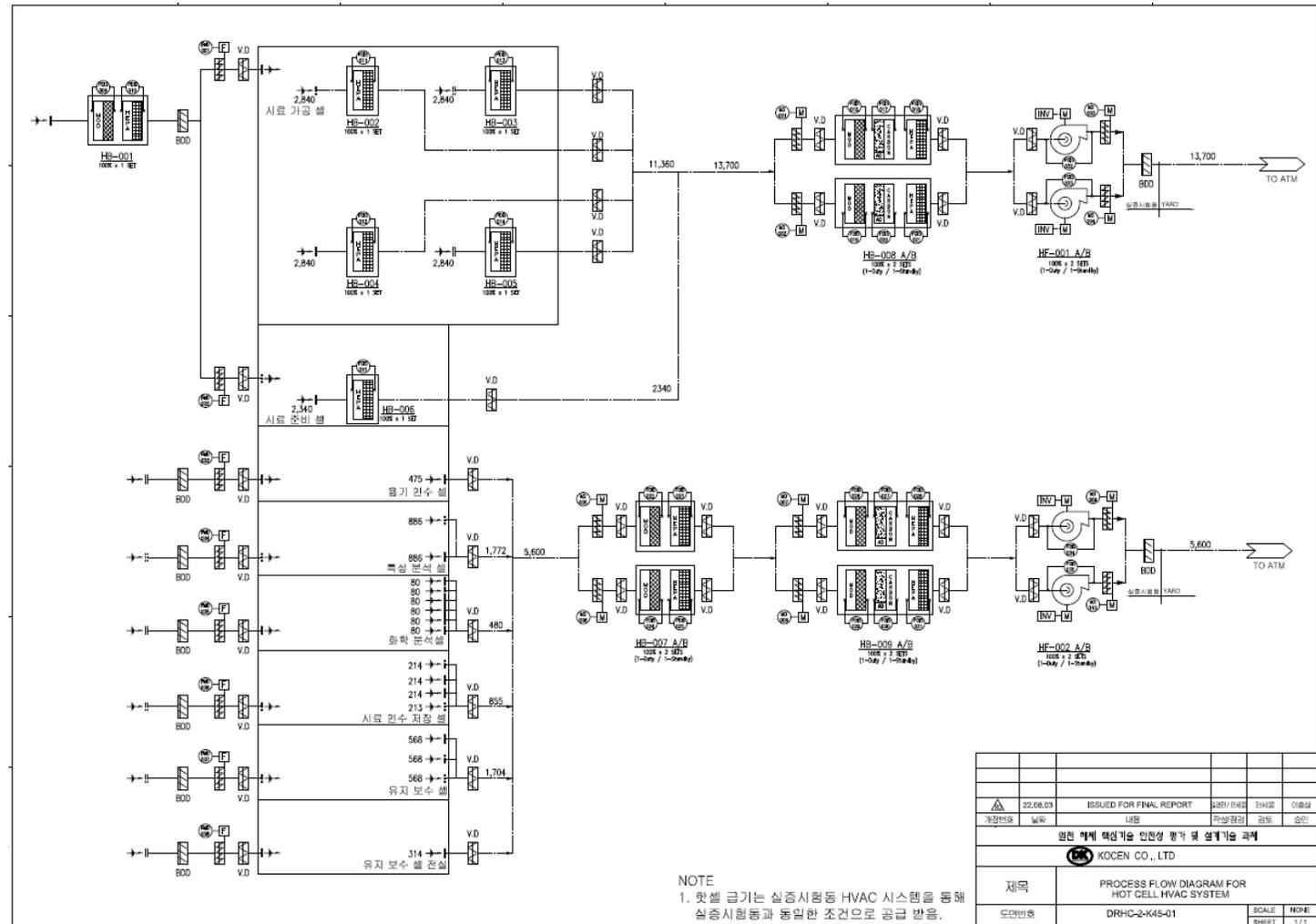
핵심실증시설 HVAC 계통 설명서

## 핵심실증시설 주계통 설계기술 개발

### 3.4 P&ID For Hot Cell HVAC System

- 핵심실증시설 HVAC 시스템 설계 계산서와 계통 설명서를 기반으로 핵심실증시설 HVAC 시스템 P&ID 작성
- 방사선 준위가 높은 구역을 낮은 구역보다 부압을 높게 설정하여 오염도가 높은 공기가 낮은 구역으로 역류되지 않도록 하며, 회전시킨 공기는 다시 이용하지 않는 Once-Through 시스템으로 설계

Process Flow Diagram 으로 대체 첨부함



## 상위 시설과 연계 위한 보조계통 상세요건 개발

### 4 핵심실증시설 연계계통 설계요건

#### 4.1 목적

- 상위시설(실증분석동)과 핵심실증시설(이하"핫셀")간 연계계통 설계 요건을 기술하여, 핫셀의 상세설계를 위한 지침으로 활용하기 위함

#### 4.2 핫셀 연계계통의 경계

- ① Utility 배관(소방, 압축공기, 용수)
- ② 전기, 계측 및 케이블
- ③ 방사선 감시계통(Radiation Monitoring System)
- ④ 실증분석동과 핫셀간 구조물

#### 4.3 핫셀 연계계통 요건

- ① 전력공급계통
  - 상용전원 공급(460V) / 무 정전 전원공급(120V, 220V) / 핫셀 내 전원부하 정보
- ② 조명계통
  - 일반조명 전원공급
- ③ 화재방호계통
  - 화재감지신호 / 핫셀 화재진압 소화약제(IG-541) 요구량

원전 해체 핵심실증시설 안전성 평가 및 설계기술 개발					
제 목 : 핵심실증시설 연계계통 설계요건 문서번호 : DRHC-2-K50-01					
<b>주식회사 코센</b> KOCEN Co., Ltd.					
발행현황					
RO	2022.07.11	ISSUED FOR FINAL REPORT	신수철	안재홍	이종상
개정번호	날짜	내용	작성	검토	승인

핵심실증시설 연계계통 설계요건

## 상위 시설과 연계 위한 보조계통 상세요건 개발

### 4.3 핫셀 연계계통 요건

#### ④ 압축공기공급계통

- 압축공기 요건 / 핫셀 압축공기(I/SA) 소모량

#### ⑤ 용수공급계통

- 용수 요건 / 핫셀 용수 요구량

#### ⑥ 가스 및 초순수 공급계통

- 가스 및 초순수 요건 / 가스 및 초순수 요구량(실증분석동 또는 핫셀내 공급기기로 부터 공급)

#### ⑦ 방사선 감시계통(Radiation Monitoring System)

- 경보신호

#### ⑧ 트럭베이 및 실증분석동 서비스구역 크레인

- 인양하중 / 인양높이

#### ⑨ 공조계통

- 급기풍량 / 배기덕트 위치 및 크기 / 계측신호

#### ⑨ 핫셀 격납 구조물

- 핫셀 내 원격제어설비, 보조설비 및 공정 기기의 하중정보

### 4.4 참고문헌

## 질의 & 응답

# 감사합니다.

[www.kocen.com](http://www.kocen.com)

Tel 031-777-8500, FAX 031-777-8530

경기도 성남시 중원구 둔촌대로 388, 크란츠테크노 13층(상대원동)

**주식회사 코센**  
KOCEN Co., Ltd.