



핵물질가공시설 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술개발

한전원자력연료(주)
황철현

Contents

I. 배경 및 목적

II. 추진내용

III. 운영현황 및 향후계획

I

배경 및 목적

배경 및 목적

○ 핵물질가공시설의 방사선환경조사 및 환경영향평가

- 원자력안전법 제104조(환경보전)
- 방사선원은 핵연료물질인 '우라늄'이 유일
- 핵연료 1·2동 운영 중, 핵연료 3동 건설 예정
- 대덕부지 내 원자력이용시설 : 한국원자력연구원 하나로, 조사후시험시설 등

○ 외부위탁 수행으로 인한 기술적·비용적 문제

- 방사선환경조사 및 환경영향평가 전문성 부족
- 방사선 비상시 신속 위기 대응 및 자체 판단 능력 부족
- 외부 위탁 용역 비용 발생 및 시설 확대에 따른 비용 증가 예상

배경 및 목적

방사선환경조사 및 환경영향평가 자체수행(2018년)

1차년도(2015년)

- 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술개발 계획 수립
- 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술이전 계약
- 기타 원자력관련기관 사례 조사 등

2차년도(2016년)

- 방사선환경조사 실험실 구축 및 기본 실험설비 도입
- 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술이전(~2017년)
 - 시료채취 및 전처리 기술
 - 알파스펙트로미터 분석 기술
 - 대기확산인자/선량 평가 방법
 - KNF 자체 코드 개발 등

3차년도(2017년)

- 방사선환경조사 분석 장비 도입
 - 알파스펙트로미터
 - 전알파/베타 계측기
- 환경방사선감시시스템 구축
- 신규 기상관측타워 구축
- 방사선환경조사계획서 변경 승인
 - 조사지점 선정
- 시료채취 포스트 설치

II

추진 내용

추진내용

01 기술자립 추진

○ 방사선환경조사 및 환경영향평가 기술개발 계획 수립('15.8.)

- 분석종류 : 우라늄 동위원소, 공간감마선량, 전알파/베타
- 조사대상 : 공간집적선량, 공간선량률, 공기중미립자, 표층토양, 하천토양, 지표수, 지하수, 빗물, 농산물(배추, 쌀)
- 조사지점 : 총 48곳
 - 대덕부지 내 한국원자력연구원 부지 내 조사지점 제외
 - 비교지점 선정 : 논산시 한전원자력연료 NSA 공장(피복관 생산 전용 공장)
- 총 투자비용 : 28.6억원

○ 한국원자력연구원(KAERI) 기술 이전 계약('15.12.)

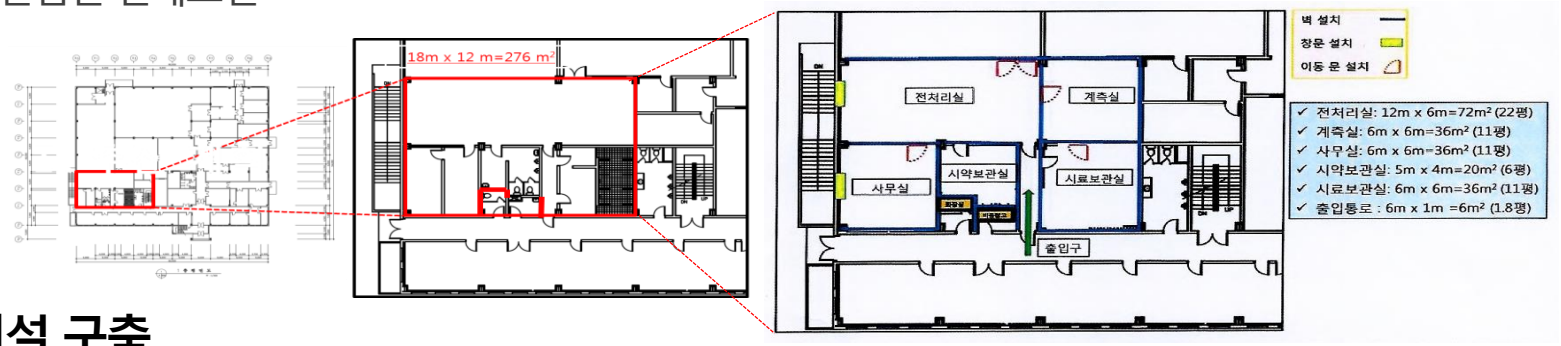
- 기술이전 내용 : 환경시료 우라늄 분석 기술 및 방사선환경영향평가 기술 전수 및 코드개발 등
- 기술이전 기간 : 2016년 1월 ~ 2017년 12월

추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

장소 : 핵연료설계동 1층(약 63평)

실험실 설계도면



시설 구축



추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

전처리실 : 환경시료 분석용 시료제조



- 산(Acid)처리 장비 : 4 sets
- 전기전착 장비 : 2 sets
- 원심분리기 : 1 set
- 초순수제조기 : 1 set
- 시료 건조로 : 2 sets

방사능분석실 : 우라늄 동위원소 분석 및 전알파/베타 계측



- 알파 스펙트로미터 : 2 sets
- 감마 스펙트로미터 : 1 set
- 저준위 전알파/베타 계수기 : 1 set
- 정밀 전자저울 : 1 set
- 항온항습기 : 1 set

추진내용

02 시설 구축(방사선환경조사 실험실)

시료회화실 : 환경시료 용융 및 회화



- 용융 장비 : 1 set
- 회화로: 2 sets
- 실험대 및 싱크대 : 1 set
- 캐노피 후드 : 2 sets

시료보관실 : 환경시료 보관

시약보관실 : 각종 시약 보관

분석 평가실 : 방사능 분석결과 검토 및 환경정보 실시간 감시

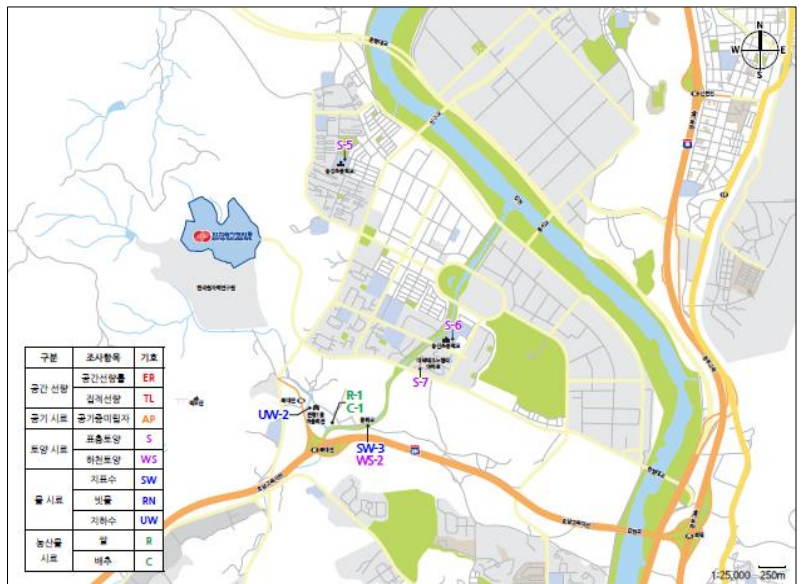
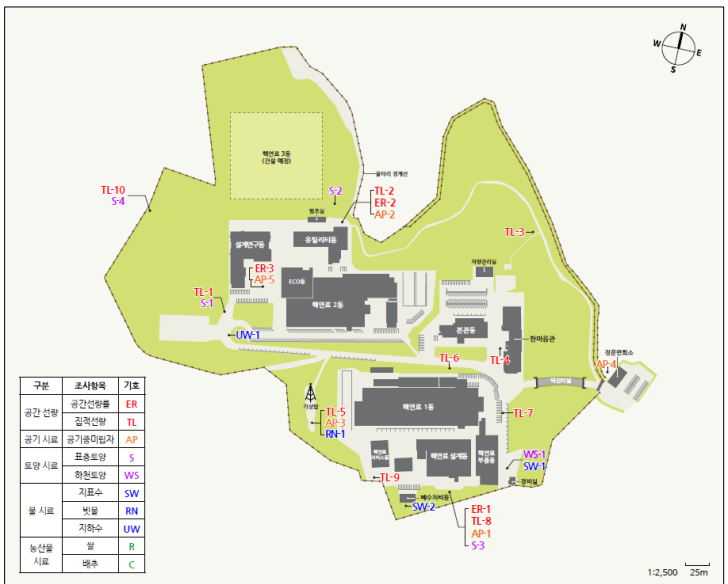


추진내용

02 시설 구축(시료 채취 지점 선정)

환경시료 채취 지점 선정

- 조사지점 : 부지 내(29), 부지 주변(8), 비교지점(11)
- 한국원자력연구원 부지 내 환경조사 지점 → 한전원자력연료 부지



추진내용

02 시설 구축(시료 채취 포스트)

○ 환경시료 채취 포스트 구축

- 설치장소 : 부지내 3곳, 비교지점 1곳
- 설치장비 : 공기시료채집기, TLD 보관함, 빗물채집기, ERMS HPIC

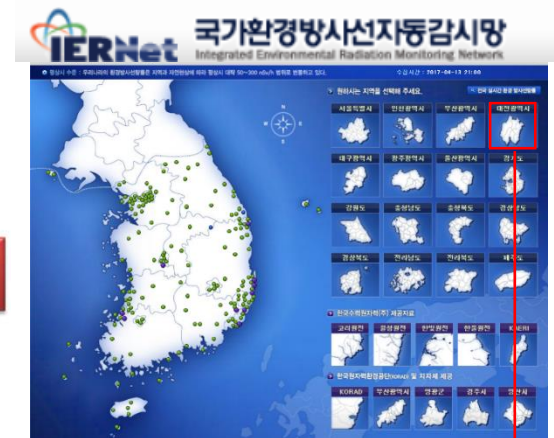
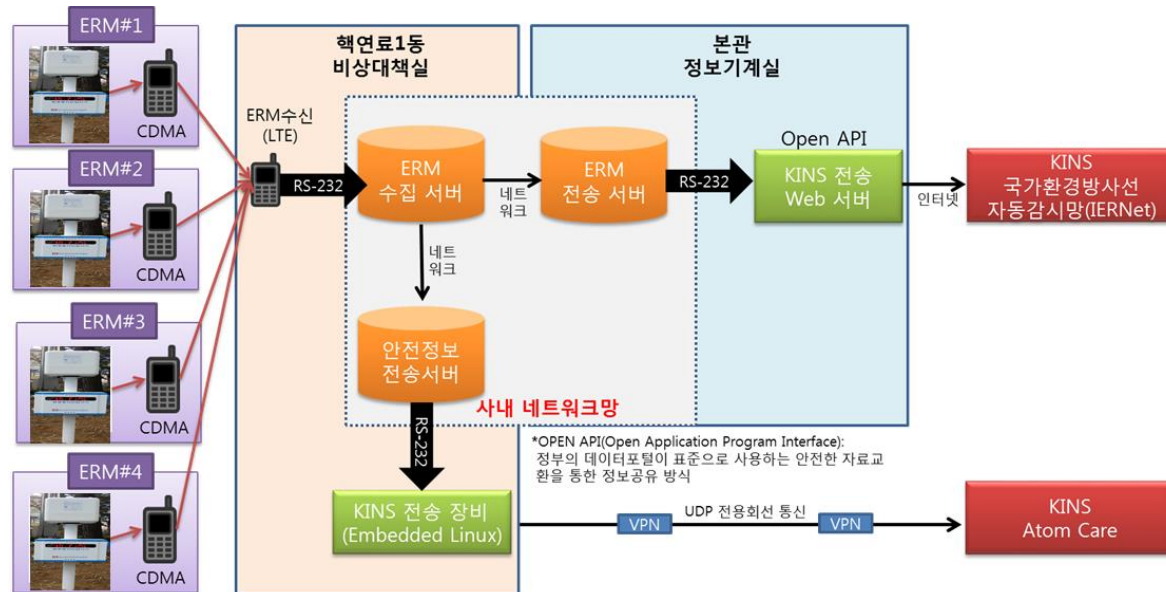


추진내용

02 시설 구축(환경방사선연속감시시스템(ERMS) 구축)

ERMS 구축 및 정보전송

- 기능: 실시간 공간방사선량률 측정 및 규제기관으로 정보 전송(IERnet)
- 설치장소: 부지 내 3곳, 비교지점 1곳



지역	[사업자명]한전 원자력	상태	전체
지역명	nSv/h	μR/h	상태
핵연료설계동 앞	111	11.4	● 정상
핵연료2동 북쪽	135	13.9	● 정상
설계연구동 청문	-	-	● 자료미수신
논산 NSA 공장	128	13.2	● 정상

추진내용

02

시설 구축(기상관측시설 구축)

구축 배경

- 기존 기상탑 관측고도가 대기안정도 기술기준에 부적합하여 환경영향평가를 위한 기상자료로 부적합
- Reg Guide 1.23(rev.1) 2.1 Wind Speed and Direction
- 대덕부지 내 기상관측설비 활용 검토 → 신규 공장 및 자체수행을 위한 신규 기상관측설비 구축

추진방향

- 62m 무인 슬라이드 기상관측탑

구 분	기 준	신 규
총 높이	45m	62m
관측 높이	지표면, 10m, 38m	지표면, 10m, 60m
관측 대상	풍향/속, 온/습도, 강우량	풍향/속, 온/습도, 강우량
점검 방식	리프트 이용(유인)	슬라이드(무인)

수행내용	2017년(월)											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. 기본 및 상세 설계												
가. 시방서 작성 및 검토												
나. 공사 계약												
다. 설계 및 구조 안전성 검토												
2. 원자력 인허가												
가. 인허가 변경 신청												
나. 질의답변 및 승인												
3. 설비 설치												
가. 기존 기상관측시설 철거												
나. 60m 기상관측시설 신축												
다. 기상관측 운영 서버 구축												
4. 종합 성능시험												
5. 준공 및 정상운영												

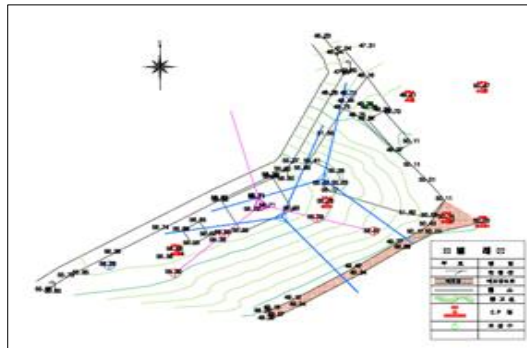
추진내용

02 시설 구축(기상관측시설 구축)

기상관측시설 철거



신규 기상탑 구축



추진내용

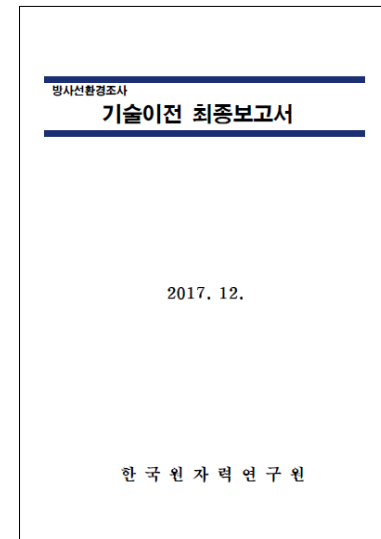
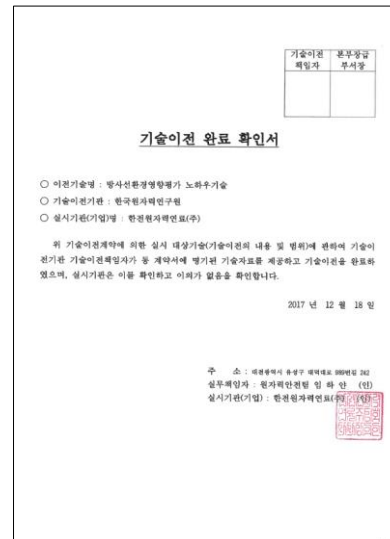
03 기술이전(방사선환경조사 및 평가 기술이전)

● 방사선환경조사 기술

- 방사능 분석에 대한 이론 교육
- 전알파/베타 방사능 분석 실습 및 측정
- 공간집적선량 측정 및 분석 방법
- 우라늄 동위원소 측정 및 분석 방법
- 데이터 통계 처리 프로그램 개발

● 방사선환경영향평가 기술

- 기상관측장비 및 자료 관리
- 대기확산평가 코드(XOQDOQ) 교육
- 기체/액체 배출물 선량평가 기술
- 방사능방재 환경영향평가 기술



추진내용

03

기술이전(시료 전처리 및 분석)

알파분광분석을 위한 시료 전처리(토양, 공기중미립자, 물, 농산물)

분석 시료		STEP 1	STEP 2	STEP 3	공통
<input checked="" type="checkbox"/> 토양 <input checked="" type="checkbox"/> 공기중미립자 <input checked="" type="checkbox"/> 농산물	용융처리	온도 프로파일 설정	시료 용융	용융액 및 질산 교반	UTEVA Resin Conditioning (질산, 염산, 옥살산) ↓ 전기전착 ↓ 시료 완성 ↓ 방사능 분석 (알파스펙트로미터) * Tracer : U-232
<input checked="" type="checkbox"/> 지표수 <input checked="" type="checkbox"/> 지하수 <input checked="" type="checkbox"/> 빗물	산처리	- pH 2.0 설정 - 부유물 제거	시료 증발 (350°C, 20hr)	산처리 (질산, 붕산, 암모니아 용액, Fe carrier 등)	

추진내용

03 기술이전(프로그램 개발)

- 한전원자력연료 자체 프로그램 개발 : 총 2건
- 정상 운영시 선량평가 코드(RADEC: Radiological Dose Evaluation Code package)
 - “기간별 기상자료 분석 ▶ JFD 산출 ▶ 대기확산인자 및 침적인자평가 ▶ 개인 및 집단 선량평가” 통합평가
 - 기상데이터 연동(MetInfo) 및 Handbook of Dose Coefficients 자동 입력



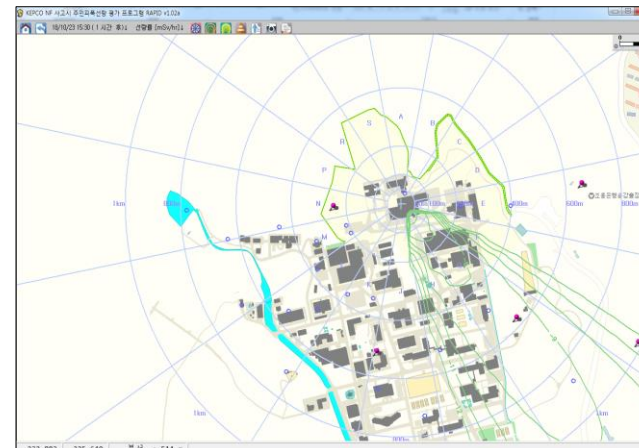
The screenshot shows the RADEC software interface. On the left, there is a list of input data including dates and locations. On the right, there is a table showing the calculation results for various radionuclides.

핵종	특성상수	방출량 (Bq/v)	방출률 (Bq/v)	집단 선량 (Sv)
131-I	0.00014	0	0	0
137-Cs	0.00014	0	0	0
총 선량	0.00014	0	0	0

추진내용

03 기술이전(프로그램 개발)

- 사고시 선량평가 코드(RAPID: Radiological Dose Prediction Code to Provide the Information of Dicision- Making)
- 사고 시나리오 모드, / 사용자 입력 모드
- 가우시안(Gaussian) 모델 사용
- 유효선량, 갑상선 등가선량, 공간선량률, 공기중농도, 지표면 농도 표현 등



추진내용

03 인허가 승인(방사선환경조사 계획서)

원자력안전법 근거 및 인허가 사유

- 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 의거 한전원자력연료 자체수행에 따른 변경사항 반영 계획 제출

주요 변경 사항

- 환경조사 지점 : 위탁 기관과의 중복지점 삭제, 핵연료 3동 주변 지점 반영 등
- 환경조사 항목 : ERMS 항목 추가 및 방사능 분석 기기 추가 등

가공시설 가동중 방사선환경조사 계획 변경 승인('17. 6.)

- 변경 내용에 따라 2018년부터 조사 수행

추진내용

04 KINS 방사능 분석 숙련도 시험 참가(2017~2018년)

- 방사선환경조사 자체수행을 위한 방사능 분석 능력 확인
- 규제기관으로부터 방사능 분석 능력 신뢰도 확보
- 시험결과
 - Reference값 대비 상대오차 5% 수준으로 A등급으로 평가됨

핵 종	KNF 분석값 (Bq/kg)	KINS 기준값 (Bq/kg)	상대오차	정확도
U-234	26.5±1.3	25.20±1.0	5.0%	A
U-238	26.5±1.3	24.30±1.0	5.2%	A

- 1) A(Acceptable) : 분석값이 인정범위(Confidence Interval) 이내에 있음
- 2) W(Acceptable with Warning) : 분석값이 인정범위 안에 있으나 일부 검토가 요구됨
- 3) N(Not Acceptable) : 원인규명을 통하여 분석 결과에 대한 종합적인 검토가 필요함

2017 숙련도 평가결과 (K : 한전원자력연료)

Code	Final Score										No. of		
of Lab	Am-241	Cs-134	Cs-137	Cs-138	Sum	Std	Rel	U-235	U-238	U-238	Accepted	Warning	Not Reported
K	NT	NT	NT	NT	0	NT	NT	A	A		2	0	0

U-238 PT 결과 결과

Code	Reported value	Reference value	Relative Error	U ⁺	U ⁻	Accuracy	Precision	Score	Final Score
U-238	26.5	25.20	-4.92%	4.8%	5.0%	A	1.0%	A	A

U-235 PT 결과 결과

Code	Reported value	Reference value	Relative Error	U ⁺	U ⁻	Accuracy	Precision	Score	Final Score
U-235	26.5	27.40	-3.29%	4.8%	5.0%	A	1.0%	A	A

III

운영현황 및 향후계획

운영현황



2018년

- **방사선환경조사 및 환경영향평가 자체수행**
 - 방사선환경영향평가: 한국원자력연구원과 분리 평가
 - 대덕부지 종합 평가의 경우 기관 분리의 필요성 검토
- **2018년 상반기 방사선환경조사 보고서 제출**
 - 신규 조사지점의 경우 인근 조사지점 데이터 활용
 - 평상시변동범위 초과 지점 없음
- **2018년 핵물질가공시설 정기검사 수검**
 - 지적사항 2건 : 방사선환경조사절차 미준수 등
- **KINS 방사능 분석 숙련도 시험 참여 (A등급)**
- **기상관측시설 시운전 가동**
 - 한국원자력연구원 기상자료 1년간 활용

향후계획



- 2018년 방사선환경조사 연간 보고서 제출
- 전문가 자문 수행 및 교차 분석 수행
- 베타/감마 핵종 방사선환경조사 및 환경영향평가
- 방사선환경조사 및 환경영향평가 품질관리
 - 방사선환경조사 계획서 및 절차서 개정
 - 관련 담당자 전문 교육 이수
- 핵연료 3동 상업가동에 따른 조사계획 검토

Q&A



감사합니다

