제 128회 원자력안전위원회

의안번호	제 2 호	심의의결사항
의결일자	2020. 11. 13	
공개여부	공개	

원자력이용시설 사업 변경허가(안)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 엄 재 식
제출일자	2020. 11. 13

1. 의결주문

○ 원자력이용시설 사업 변경허가(안)을 <붙임>와 같이 의결한다.

2. 제안이유

○ 「원자력안전위원회 회의 운영에 관한 규칙」 제7조(안건의 구분 등) 제2항에 따라 원자력안전위원회의 심의를 거쳐 사업 변경허가 여부를 결정하고자 함

3. 주요내용

순번	대상시설	신청사유	허가조항	소관부서
1	한전원자력 연료 제1공장	핵연료가공 부스러기 중 우라늄 회수를 위한 설비 설치	제35조 (핵연료주기 사업의 허가)	원자력 안전과

4. 검토사항 : “붙임” 참조

5. 참고사항 : “참고” 참조

붙임	원자력이용시설 사업변경허가(안)

1	한전원자력연료(주) 제1공장 핵연료가공 부스러기 중 우라늄 회수를 위한 설비 설치 ('17.6.23 신청)

1. 개요 및 경위

□ 한전원자력연료(주)(이하 'KNF')는 핵연료 생산공정에서 발생하는 **우라늄화합물 부스러기**에서 **우라늄을 회수하기 위한 설비 설치를 위해 사업 변경허가**를 신청 ('17.6.23)

○ KINS에서 심사('17.6~'18.12월) 후 **제104회 원안위 회의**에 상정('19.7.12)하여 토의과정에서 **방사선환경영향평가서 미비***로 **재상정**하기로 결정

* KNF 1공장은 핵연료주기시설 ER('95) 및 RER('97) 제도도입 이전 '86.9월 허가 취득

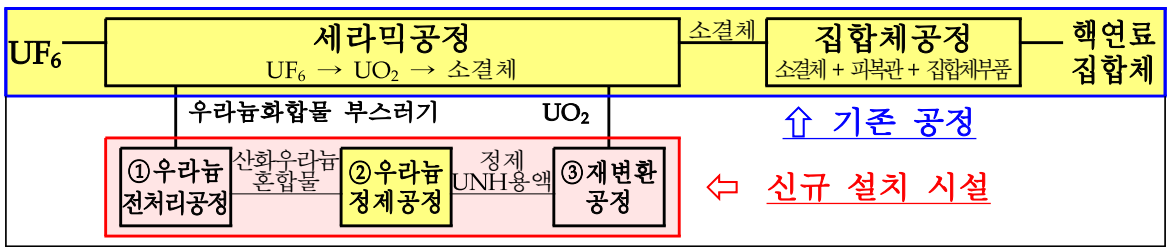
○ '19.9.27 KNF가 제1공장 방사선환경영향평가서를 제출하여 이에 대한 KINS의 심사('19.9~'20.9월)를 거쳐 **원안위에 재상정**

○ 심사기간 : '17.6.30 ~ '20.9.1 (총 10차례 질의·답변)

2. 변경 내용

□ 주요 설계 변경사항

○ 우라늄화합물로부터 우라늄을 회수하여 **이산화우라늄**(UO_2) **분말을 제조**하는 **전처리, 정제, 재변환 공정 설치**



① **(전처리 공정)** 우라늄화합물을 가열(+공기주입)하고 **1차적으로 이물질을 제거**(Sifting)하여 산화우라늄(UOx) 혼합물을 수집 **(신규 설치)**

② **(정제 공정)** 질산에 산화우라늄 혼합물을 주입하여 용해하고, **2차적으로 불순물을 제거**(용매 추출)하여 정제 질산우라닐(UNH) 용액 제조 **(기 설치*)**

* '17.3월 사업변경을 통해 기설치하였고 금 번에는 앞뒤 설비와의 연결 설비만 설치

③ **(재변환 공정)** UNH(Uranyl Nitrate Hexahydrate)용액에 암모니아 성분 반응가스 등을 주입하여 **최종적으로 이산화우라늄(UO_2)분말**을 제조 **(신규 설치)**

□ 허가문서 변경사항

○ **설계 및 공사방법에 관한 설명서, 위치·구조·설비 및 가공방법에 관한 서류**에 공정에 대한 설명·계통·도면을 변경하고, **기술능력설명서**에 공정기술과 관련한 내용을 추가

○ 허가문서 중 미작성 상태였던 **KNF 제1공장 방사선환경영향평가서를 신규 작성**

3. 심사 결과

[관련 기술기준]
- ▸**(폐기물 처리설비)** 방사성폐기물 처리 및 배출 관리 적합성 (원자로규칙 제88조)
- ▸**(방사선 방호설비)** 피폭방지 방사선방호설비 설치 (원자로규칙 제34조)
- ▸**(임계안전설계)** 핵연료물질 임계방지를 위한 안전설계 (원자로규칙 제90조, 제91조)
- ▸**(화재 안전성)** 화재 및 폭발의 가능성 및 영향 최소화 (원자로규칙 제14조)

□ 공정 추가에 따른 **폐기물 처리, 방사선방호, 임계 안전설계 및 화재 안전성**이 관련 **기준에 적합**함을 확인

구분	확인내용	기준
폐기물 처리	- 폐액이 **0.08 Bq/ml 미만**인 경우 열분해하여 기체배출 - **142,633 Bq/yr** (기존 138,903 Bq/yr + 신규 3,730 Bq/yr)	- 우라늄핵종 배출농도 : **0.08 Bq/ml** - **2,000,000 Bq/yr 이하** (인허가 기준)
방사선방호	공기중 농도 **1 Bq/㎥ 초과시 안전조치**	공기중 농도 **1 Bq/㎥** (= 방호장비 없이 근무시 연간(2,000시간) 피폭선량 20mSv)
임계안전설계 (유효증배계수)	**0.931**(완전침수 조건), **0.978**(최적감속 조건)	**0.95**(완전침수 조건), **0.98**(최적감속 조건)
화재 안전성	화재심각도* **29분**(변경전 11분)	화재심각도 **60분 이상시** 내화방벽 교체

* 방화지역 가연성물질이 완전 연소될 때까지 소요되는 화재 지속시간

□ KNF 제1공장 시설운영으로 인한 **방사선학적 영향**이 관련 **허가기준을 만족**

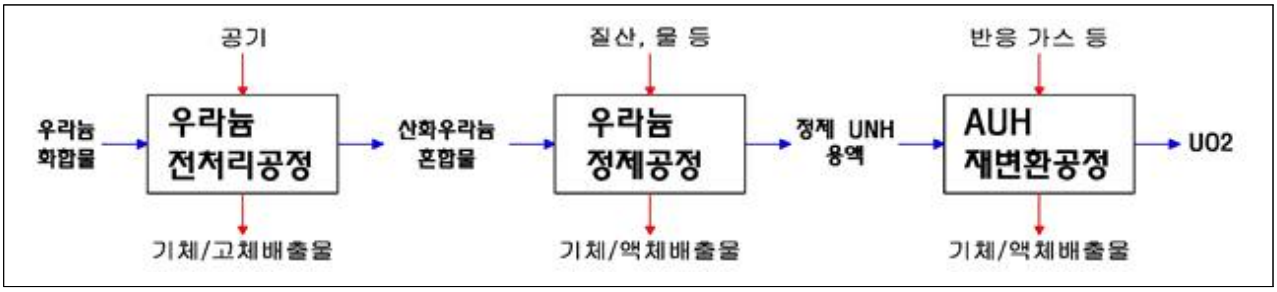
구분		선량	평가결과	기준	비율(%)
KNF시설 1공장 정상가동시 (금번 회수설비 포함)	기체	인체 장기등가선량	**1.05E-03 mSv/y**	**0.15 mSv/y**	0.7
	액체	유효선량	**4.80E-06 mSv/y**	**0.03 mSv/y**	0.016
부지내 다수시설 운용시 (KAERI 포함)		유효선량	**2.18E-03 mSv/y**	**0.25 mSv/y**	0.87

4. 종합 의견

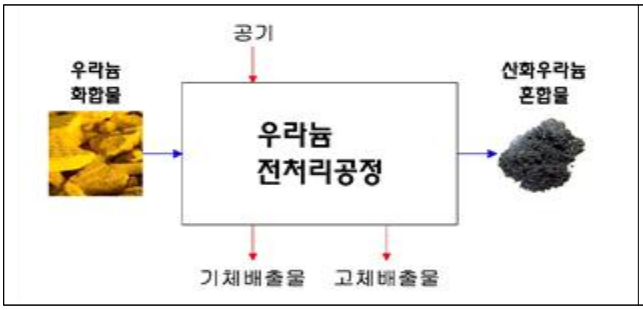
□ 관련 **기술기준**에 **부합**하고 **허가문서**에 적절히 **반영**되어 **사업변경을 허가**함

참고 1-1 핵연료가공 부스러기 중 우라늄 회수공정 세부설명

□ 공정 개요 : 우라늄 전처리 → 정제 → 재변환

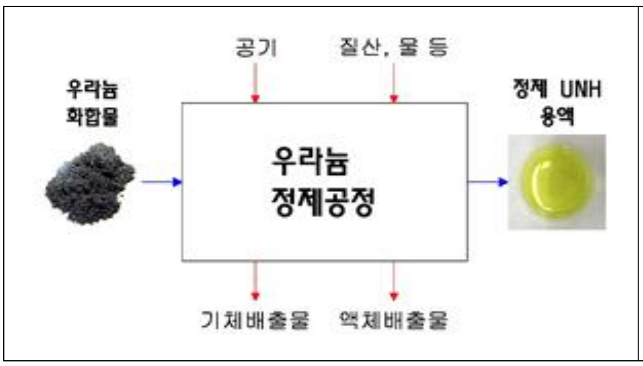


□ 전처리 공정 (신규설치)



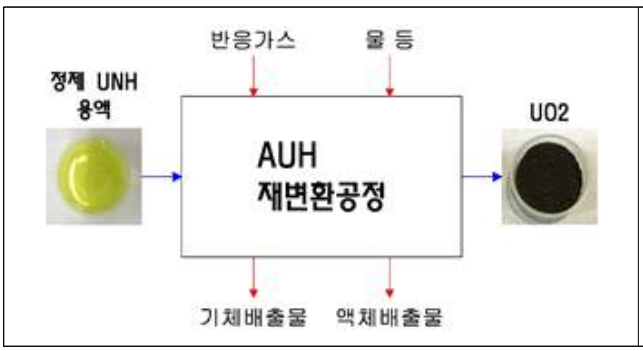
- (목적) 세라믹 공정에서 발생한 **우라늄 화합물(부스러기)**로 **산화우라늄 혼합물**을 수집하여 **우라늄 정제공정**에 투입
- (주요설비) 가열로(Roaster Furnace), 체질기(Sifter) 등

□ 정제 공정 (기설치)



- (목적) 우라늄 전처리공정에서 수집된 **산화우라늄 혼합물**로 **정제된 UNH* 용액**을 제조하여 **재변환공정**에 투입
  *Uranyl Nitrate Hexahydrate($UO_2 \cdot (NO_3)_2 \cdot 6H_2O$)
- (주요설비) 용해조(Dissolution), 추출탑(Extraction), 세정탑(Scrubbing), 역추출탑(Stripping) 등

□ 재변환 공정 (신규설치)



- (목적) **UNH용액**을 → AUH* 분말 → **UO_2 분말**로 변환하여 세라믹 공정에 투입
  *Ammonium Uranate Hexahydrate($6UO_3 \cdot NH_3 \cdot 32H_2O$)
- (주요설비) 결정화반응기(Crystallization), AUH필터, 맥동유동층반응기(Pulsed Fluidized Bed Reactor)

□ 공정개발 및 설비구축 추진내역

○ ‘11.1월 ~ ’13.5월 : 타당성 검토 KNF 내부과제 수행(2회)

○ ‘13.6월 ~ ’16.12월 : 우라늄 정제공정 기술개발 KNF 내부과제 수행

- 우라늄 정제공정 개발 및 플랜트 설계 완료
- 재변환공정 개발 완료

※ 외국 기술도입 없이 자체 R&D로 개발

※ 시제품을 생산하여 양산 제품의 시험절차에 따라 자체 검증을 완료하고, 국내 전문가(KAERI 연구원 및 대학교수 등)의 확인 및 평가 완료

※ 기술개발 완료 후 정제공정 및 재변환공정 관련 특허 7건 등록

○ ‘16.6월 ~ ’17.3월 : 우라늄 정제공정 플랜트 구축을 위한 KNF 1공장 가공사업 변경 허가

○ ‘17.1월 ~ ’17.12월 : 재변환공정 플랜트 설계 완료

○ ‘17.6월 ~ 현재 : 재변환공정 플랜트 구축 가공사업 변경 허가 신청

□ 신규설비 개요

○ 설비용량 : 연간 40 tonU

○ 가공부스러기 처리량 : 연간 3~7 tonU 계획

※ 현 보유량 약 30톤 및 매년 발생량(약 2톤)을 지속적으로 처리

○ 운영인력 : 공정운전원 5명, 공정운영관리 1명 배치 계획

※ 운영인력의 자격은 타 공정과 동일하게 내부 공정자격인증시험으로 인증

○ 설치장소 : 핵연료 1동 재변환구역

※ 설치면적 : 총 1,188㎡ (핵연료1동 생산1동 1～3층 면적의 약 5% 차지)

구분	전처리공정	정제공정(기 설치)	재변환공정	공통설비	합계
1층	-	6m x 9m	6m x 11m	18m x 9m	282 ㎡
2층	-	6m x 9m	18m x 11m	18m x 9m	414 ㎡
3층	6m x 9m	6m x 9m	30m x 11m	6m x 9m	492 ㎡
계	54 ㎡	162 ㎡	594 ㎡	378 ㎡	1,188 ㎡

참고 1-2 핵연료주기시설 적용 기술기준 및 주요 검토내용

□ **적용 기술기준** : 핵연료주기시설의 성능 및 공공의 재해방지 적합성 (원안법 제36조제1항제2호)

◈ **(폐기물 처리설비)** 방출 전 방사능 농도를 감시하는 등 방사성 폐기물을 처리하는 설비를 설치할 것(제88조)

◈ **(방사선방호)** 운전상태 및 사고상황 시 방사선준위 및 유출을 감시하는 등 방사선 피폭을 방호하기 위하여 방사선방호설비를 설치할 것(제34조)

◈ **(임계 안전설계)** 연료등이 임계의 우려가 없는 구조일 것(제90조, 제91조)

◈ **(화재 안전성)** 화재방호구역, 가연성물질의 종류 및 크기 등을 고려한 화재위험도분석 수행을 통해 화재방호에 관한 설계기준을 만족할 것(제14조제2항 및 제3항)

□ 주요 검토내용

○ **(폐기물 처리설비)** 발생하는 **폐기물은** 기 승인·운영 중인 계통에 연결되어 **적합하게 처리**됨을 확인

- **(기체폐기물)** 방사성 액체폐기물(배출관리기준 0.08 Bq/ml 만족)을 처리하는 열분해 공정에서 방사성 기체폐기물 발생

- **(액체폐기물)** 공정 중 발생되는 폐액(463 t/yr)은 수집하여 농도분석 후 배출기준 이하(0.08 Bq/ml)인 경우 **열분해 공정에서 처리**하여 방사성 기체 및 고체폐기물로 배출 (액체폐기물 없음)

※ 폐액은 대부분 물과 미량의 암모니아, 질산나트륨, 질산암모늄 성분

※ **(처리절차)** 폐액 → 화학처리, 침강(≥ 0.08 Bq/ml) 및 열분해(< 0.08 Bq/ml) → H_2O,N_2,O_2,CO_2 + 우라늄 분진 → 분진 필터포집 (@0.3 ㎛, 포집성능 99.97%)

※ 기체상 배출 가능한 우라늄핵종은 최대 3,730 Bq/yr이며, 이로인한 제1공장 제1공장 총 배출량은 142,633 Bq/yr로 이는 허가 기준치 2백만 Bq/yr의 7.1% 수준

- **(고체폐기물)** 고형화 처리 및 드럼 포장하여 **방폐물처분장으로 인도** (0.5 드럼/yr)

※ 고체폐기물은 전처리 공정에서 걸러낸 불순물, 슬러지, 폐필터 (<90 kg/yr)

○ **(방사선방호)** 회수설비는 **방사선관리구역內에 위치**하며, 관리구역은 공기 중 **방사성물질 농도를 감시**하여 **방사선방호기준에 따라 운영**

※ 시료를 연속 채취하여 작업장 공기 중 방사능농도가 1 Bq/㎥ 초과시 안전부서에 통보

- 설비 운영으로 인한 운전원(5명) 및 관리요원(1명)의 예상 피폭선량은 **최대 0.961 mSv/yr이며**, 작업절차서 및 안전관리규정에 따라 관리구역 출입시 **방호장비 착용, 피폭선량 관리** (TLD 착용 및 소변시료 분석)

○ **(임계 안전설계)** 설비 설치에 따라 우라늄이 투입되거나 처리되는 **모든 격실**(room)에 대한 **임계도 평가결과, 유효증배계수가 미임계 허용기준을 만족**

구분	기준	R-101~301	H-112	H-312	H-212
완전침수 조건	0.95	0.73150	0.59512	0.93111	0.35973
최적감속(연무) 조건	0.98	0.73150	0.59512	0.97847	0.35973
구분	**기준**	**H-109~309**	**R-305**	**R-205**	**R-304**
완전침수 조건	0.95	0.90343	0.69197	0.94459	0.94163
최적감속(연무) 조건	0.98	0.90343	0.69197	0.94459	0.94163

※ 우라늄 정제공정 room : R-101, R-201, R-301, H-112 / 우라늄 전처리공정 room : H-312 / AUH 재변환공정 room : H-212, H-109, H-209, H-309, R-305, R-205, R-304

○ **(화재 안전성)** 7개 방화지역에서 화재하중과 화재심각도가 변동

- 변동 폭은 방화구획 변경과 내화방벽(내화성능 갑종 : 내구성 1시간 이상) 교체가 요구되지 않음

방화지역 (최고값)	변경전		변경후	
	화재하중(Btu/ft^2)	화재심각도(min)	화재하중(Btu/ft^2)	화재심각도(min)
P1-1-1-15	14,700	11	38,112	29

※ 화재하중 : 방화지역의 가연성물질 연소에 의해 발생되는 단위면적당 열량
※ 화재심각도 : 방화지역의 화재 지속시간

- 질산이 포함된 **위험물 취급설비**는 화학물질관리법 **설치기준* 만족**

* 설비와 벽 또는 설비 상호간의 이격거리 유지, 시설 외로 물질 유출 방지 구조로 설계

- **인화성 및 가연성물질** 관리도 관련 **규정*을 만족하며, 유증기 감지기**(6개)와 **수소누출 감지기**(2개)를 설치·감시하여 설비 이상시 자동으로 운영 중단

* (안전보건공단 화학물질 관리 취급·저장 방법) 환기가 잘 되는 곳에 보관하고 저온 유지, 열 및 점화원 등에 노출 피하고 소요설비는 접지 필요

참고 1-3 KNF 제1공장 방사선환경영향평가서 주요 검토내용

□ **적용 기술기준 :** 핵연료주기시설의 성능 및 공공의 재해방지 적합성(원안법 제36조제1항제2호), 핵연료주기시설 운영에 대한 국민건강 및 환경상 위해방지 적합성(원안법 제36조제1항제4호)

◈ **(원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙)** 제4조(지질 및 지진), 제5조(위치제한), 제6조(기상조건), 제7조(수문 및 해양), 제8조(인위적 사고에 의한 영향), 제10조(다수기 건설), 제20조(계측 및 제어장치), 제32조(방사성폐기물의 처리 및 저장시설), 제33조(연료취급장치 및 저장설비), 제34조(방사선방호설비), 제66조(방사성폐기물관리계획), 제86조(위치), 제88조(폐기물처리설비 등), 제89조(폐기물저장설비 등), 제90조(연료저장설비), 제91조(연료등 취급장치), 제99조 (핵연료주기시설의 운전)

◈ **(방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙)** 제10조(처리 및 배출)

◈ **(원안위 고시)** 제2017-15호 "원자로시설의 위치에 관한 기술기준", 제2020-7호 "원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정", 제2017-17호 "원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선 환경영향평가서에 관한 규정", 제2017-26호 "원자로시설부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준", 제2019-10호 "방사선방호 등에 관한 기준"

□ 분야별 주요 검토 내용

○ 시설개요

- 명칭 : 한전원자력연료 가압경수로 핵연료가공시설 제1공장
- 위치 : 대전 유성구 대덕대로 989번길 일원
- 면적 : 부지-28,700 m^2, 연면적-핵연료 제1공장 12,900 m^2 / 부품동 428 m^2
- 설비 및 생산용량

공정	설비용량	생산용량
세라믹 공정	1,400 MTU/y	1,100 MTU/y
집합체 공정	550 MTU/y	500 MTU/y

○ **(시설운영 영향) 피폭선량평가**에서 요구하는 **기술내용이 반영**되어 있고, **방사선방호기준에** 따른 **연간 선량기준치를 만족**

* **(평가모델)** 기체-USNRC NRCDose72 GASPAR II 전산코드, 액체-USNRC NRCDose3 LADTAP II 전산코드

< KNF 제1공장 운영으로 인한 선량평가 결과 >

구분 (단위)		선량 기준치	평가 결과	비율 (%)	변경으로 인한 변경값	비율 (%)
기체 방사성 유출물	감마선에 의한 공기의 흡수선량 (mGy/yr)	0.1	**0**	0		
	베타선에 의한 공기의 흡수선량 (mGy/yr)	0.2	**0**	0		
	외부피폭에 의한 유효선량 (mSv/yr)	0.05	**0**	0		
	외부피폭에 의한 피부등가선량 (mSv/yr)	0.15	**0**	0		
	입자상 방사성물질, 3H, 14C 및 방사성옥소에 의한 인체 장기등가선량 (mSv/yr)	0.15	**1.05E-03**	0.7	4.12E-05	0.03
액체 방사성 유출물	유효선량 (mSv/yr)	0.03	**4.80E-06**	0.016		
	인체 장기 등가선량 (mSv/yr)	0.1	**1.49E-04**	0.149	-	

< 부지내 다수시설 운영으로 인한 선량평가 결과 >

구분 (단위)	선량 기준치	평가결과	비율 (%)	변경으로 인한 변경값	비율 (%)
유효선량 (mSv/yr)	0.25	**2.18E-03**	0.87	4.88E-06	0.002
갑상선 등가선량 (mSv/yr)	0.75	**2.57E-02**	3.43	7.00E-07	0.0001

○ **(사고발생시 영향)** 발생 가능성을 고려하여 **사고시나리오를 선정**하였고, 사고가 발생하더라도 **방사선환경영향은 미미할 것**으로 판단됨

< 사고시 제한구역경계에서 개인 피폭선량 >

사고유형	전신선량(mSv)		갑상선(mSv)	
	평가결과	기준치 대비(%)	평가결과	기준치 대비(%)
폭발·화재 동시사고	**1.22E+00**	4.90E-01	**2.12E-03**	7.06E-05
배기필터 화재사고	**1.35E+00**	5.41E-01	**2.34E-03**	7.80E-05
엎지름	**3.28E-07**	1.31E-07	**5.66E-10**	1.89E-11
하중물 추락	**4.33E-05**	1.73E-05	**7.49E-08**	2.50E-09

* 기준치 : 제한구역경계와 저인구지역경계 전신선량 250 mSv, 갑상선선량 3,000 mSV

○ **(환경감시)** 감시대상, 지점, 주기 및 방법이 관련규정*의 요건에 적합

* "원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선 환경영향평가서에 관한 규정"

< 환경감시 조사·측정대상 및 횟수 >

구분	대상	시료	조사지점
방사선	공간선량	연속	37
	집적선량	분기1회	21
방사능	공기	주1회	4
	토양	분기1회 등	4
	물	월1회 등	9
	농축산물	연1회 등	11

※ 부지 내 공간감마선량 측정결과는 최근 3년간 0.112 ~ 0.214 μSv/hr 수준으로 자연방사선 수준

※ 방사선환경영향평가서 세부 항목별 기술사항 및 심사결과

항목 및 작성기준	기 술 사 항	심 사 결 과
1. 건설계획의 개요 : 건설계획에 관한 일반적인 개요와 주요 설계 특성 기술	시설 건설 필요성, 사업 추진경위, 건설계획, 부지선정 배경, 상업운전 개시(1989) 후 5년간의 자금조달계획 및 손익추정금액 등 기술	시설의 사용목적과 특성을 반영하여 기술한 것은 원안위고시 제2017-16호 "원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정"(이하 "작성규정")에 부합
2. 환경현황 **2.1 부지현황 :** 부지의 위치, 중요한 지형지물 및 행정구역, 관련 백지도 및 지형도 부지구역 설명 도면, 소유지 경계선, 발전소 경계선, 제한구역 경계선 등의 상호관계, 부지 내 주요 시설물별 점유면적	-**(위치 및 행정구역)** 대전 유성구 대덕대로 989번길 일원 -**(중요 지형지물)** 주요 봉우리 및 하천 이격거리 제시 -**(제한구역)** 반경 50 m -**(주요 시설물별 점유 면적)** 핵연료 제1공장 12,918 m^2, 부품동 4,284 m^2 -**(부지구역, 경계선 등 상호관계 및 점유면적 설명 도면)** 그림 2.1-2 및 3.1-1	부지의 위치, 제한구역 등의 부지현황 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.1항에 부합하고, 행정구역 기술, 도면 첨부 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.1항에 부합
2.2 토지이용 : **1) 토지이용 현황** 부지 반경 10 km 이내의 용도별 지목별 토지이용 정도, 장래 토지이용계획, 최근 특수한 변화양상 제한구역 경계선, 발전소 경계선, 소유지 경계선 및 토지이용현황을 나타낸 토지이용도	-**(토지이용 정도)** 임야(약 54.1%), 대지, 답 -**(토지이용 현황)** 그림 2.2-2 -**(토지이용계획 및 현황)** 표 2.2-2~4 -**(최근 변화양상)** 부지 반경 내 신규 행정구역(세종시) 출범	토지 이용 정도 및 현황 등의 토지이용 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.2항에 부합하고, 최근 변화 양상 기술, 토지이용도 첨부 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.2.1항에 부합
2) 축산물의 생산 부지 반경 80 km 이내 가축의 방목기간, 사료유형, 10 km 이내 가축의 종류 및 수, 위치 등 방향별·거리별 구획에 대한 연간 종류별 육류 및 우유 생산량 현재 축산 및 낙농지 이용면적, 장래 계획면적	-**(방목기간)** 5개월 (5월~10월) -**(사료유형)** 배합사료(약 70.2%) 및 조사료(약 20.6%) -**(가축 종류 및 수)** 한우 105,521두, 젖소 11,951두, 돼지 240,983두, 닭 5,347,759수 -**(사육 위치)** 충남 공주시 및 충북 청주시 등 -**(육류 및 우유 생산량)** 육류 총 752,108톤 및 우유 총 368,978톤에 대한 방향별, 거리별 생산량 기술 -**(이용면적)** 약 10 km^2	축산물의 생산 현황 및 이용 면적 등의 축산물 생산 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.2항에 부합하고, 방목기간 및 사료유형 기술, 육류 및 우유 생산량 기술 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.2.2항에 부합
3) 농산물의 생산 부지 반경 10 km 이내 채소밭 종류별 분포 및 면적, 거리 및 종류별 농작물 생산량, 현재 농경지 이용면적 및 장래 계획면적	-**(채소밭 분포면적)** 과채류(약 44%) 및 조미채소(약 38%) -**(농작물 생산량)** 정곡 1,240,354톤, 채소 1,198,607톤, 과실 총 461,460톤에 대한 방향별, 거리별 생산량 기술 -**(농경지 이용면적)** 약 118 km^2	농산물의 생산현황 및 이용면적 등의 농산물 생산 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.2항에 부합하고, 채소밭 종류별 분포면적 및 농경기 이용면적 기술 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.2.3항에 부합

항목 및 작성기준	기 술 사 항	심 사 결 과
2.3 기상 및 대기 확산 : 기상특성, 부지기상 관측계획과 정상 가동시 및 사고시 대기확산인자 평가	- **(기상특성)** 대전지방기상청 장기관측자료('89-'18년)와 부지기상탑 관측자료('17-'18) 활용 : 평균풍속은 0.8m/s, 대기안정도는 안정상태가 54.4% - **(부지기상 관측계획)** 부지기상탑에서 풍향/풍속, 온도, 습도, 강수량 관측 - **(대기확산인자 평가)** 부지에서 관측된 2년간 관측자료와 US NRC에서 개발한 XOQDOQ,(정상가동시 평가코드) 및 PAVAN(사고시 평가코드) 프로그램을 이용하여 대기확산인자 평가	기상특성을 관측자료를 활용하여 기술하였고, 부지기상 관측계획과 대기확산인자 평가결과는 원안위 고시 제2017-26호(원자로.29) "원자로시설부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준"에 규정된 관측자료 통계처리 요건 및 대기확산인자 평가 방법론에 따라 평가한 것으로 적합
2.4 수문 및 수문 확산 : 사업수행으로 인해 영향을 미칠 것으로 예상되는 지표수, 지하수계에 대한 특성자료를 제시하고, 배출되는 유출물의 이동시간, 희석인자 등을 평가	- **(지표수 현황)** 부지주변 수계는 덕진천, 관평천, 갑천, 금강이며 부지 주변의 하천 및 저수지 특성자료 제시 - **(지하수 현황)** 부지주변 지하수위 관측(10개소)을 통해 지하매질의 특성(수리전도도, 공극률 등), 지하수의 유향·유속 및 계절별 수위 변화 등 제시 - **(수문확산)** 오염원은 우라늄, 1,000 ppm의 고정농도로 3개월간 누출 가정 시, 10년 후 덕진천 방향 최대 약 570 m까지 확산되며, 15년 경과시 기준치 이내로 자연 희석	지표수 및 지하수 현황 등의 수문 및 수문 확산 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.5항에 부합하고, 지표수계 및 지하수계 관련 조사자료 및 도면 제시, 발전소에서 배출되는 유출물의 농도 평가에 사용된 계산 모델 종류 및 가정조건 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.5항에 부합
2.5 인구 : 부지 반경 80 km 내 거리별, 방위별(16개) 인구분포, 인구밀집지역, 예측인구 등을 제시	80km내 '18년 인구는 7,222,329명이며 '38년 8,128,024명까지 증가가 예측됨. 20km내 인구는 1,426,767명이며, 부지 남남서에 가장 많은 인구가 분포하고 있고 20km 내 위치한 대전동물원, 국립중앙과학관, 엑스포과학공원, 현충원 등이 유동인구 발생원	인구분포현황, 유동인구, 장래추정 인구 등의 인구 관련 기술항목은 작성규정 별표 1, 2.7항에 부합하고, 상주 및 유동인구 기술, 인구의 자연적 증감과 사회적 증감율을 이용한 인구 예측 등의 기술요령은 동 규정 별표 2, 2.7항에 부합
2.6 환경방사선/능 현황 : 주변지역의 환경방사능 배경준위(background level)를 조사하여 기술	환경방사선조사계획과 방사선안전관리지침에 따라 3년간(2016년~2018년) 조사결과 제시 주기적으로 공기,토양,물,식품류에 대해 감시, 분석 결과 감마선량, 방사능농도는 BG 수준	환경방사선/능 조사자료의 자릿수를 일관되게 기술하였으며, 환경방사선/능 조사결과는 원안위 고시 제2017-17호 "원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선 환경영향평가서에 관한 규정"에 따라 평가되어 작성규정에 부합함을 확인
3. 시설 현황 : 외관 및 건물배치와 액체 및 기체 폐기물의 배출지점 등이 기술	- **(우라늄 저장시설)** 분말 저장고(최대 75t 저장), 소결체 저장고(최대 204t 저장) 및 핵연료집합체 저장고는 집합체 784개를 저장가능한 저장랙 설치 및 임계안전성 확보를 위해 튜브간 280 mm 유지 - **(방폐물처리계통 및 유출물 감시)** 기체방폐물은 HEPA 필터를 통해 99% 이상의 부유성 우라늄을 제거한 후 배출하고,	분말/소결체 저장고와 핵연료집합체 저장고의 최대 유효증배계수가 각각 0.90277과 0.93861로 평가되었으며, 허용기준인 0.95 및 0.98을 초과하지 않음을 확인 기체, 액체, 고체방폐물 처리계통의 설계는 원안위 고시 제2019-10호 "방사선방호 등에 관한 기준"에서 규정하고 있는 배출관

항목 및 작성기준	기 술 사 항	심 사 결 과
	액체방폐물은 감압증발설비를 통해 증발농축·건조되어 고체방폐물로 처리하며, 고체방폐물은 용기에 넣어 저장시설에 저장. 기체·액체방폐물 처리계통은 각각 감시설비와 방사능농도 측정을 거침 - **(방사선원)** 농축도 5wt% 이하 우라늄 동위원소 U-234, U-235 및 U-238이 환경으로 배출이 예상되는 기체 및 액체 배출물의 핵종별 최대방사능을 제시	리기준을 만족하며, 기체 및 액체 배출물에 대한 감시기와 시료채취방법은 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제10조(처리 및 배출)에 부합하게 배출중인 방사성물질의 농도를 감시하도록 기술됨 기체 및 액체 방사성폐기물의 농도가 원자력안전위원회 고시 제2019-10호 배출관리기준치을 만족함을 확인하였으며 작성규정에 따라 적절하게 기술됨
4. 건설로 인한 영향 : 건설작업자 피폭선량 평가결과 등 기술	국내 최초의 핵연료가공시설로서 1987년에 건설되었으며, 당시 동일부지(한전원자력연료 부지) 및 인접 부지(한국원자력연구원 부지)에 운영 중인 원자력이용시설은 존재하지 않으므로, 건설로 인한 작업자 방사선영향은 없음	작성규정 별표2 제1호의 항목 4 건설로 인한 영향에 따라 적합하게 기술됨
5. 운영으로 인한 영향 **5.1 피폭경로 :** 인간 및 주요 생물상에 대한 직간접 피폭경로 기술 및 경로도 제시	**인간에 대한 피폭경로 :** 액체배출물에 의해 수영, 수상활동으로 인한 외부피폭, 수산물 섭취로 인한 내부피폭 / 기체배출물에 의해 대기·토양으로부터 외부피폭과 농산물 섭취, 호흡으로 인한 내부피폭 수상생물 및 육상생물의 외부·내부피폭	피폭경로는 USNRC Reg. Guide 1.109에 제시된 사항과 동일하며, 방사성물질이 인간에 도달할 수 있는 주요 피폭경로를 작성규정 별표2 제1호의 항목 5.1 피폭경로에 따라 적절하게 기술
5.2 피폭선량 평가 : 기체·액체경로를 통한 피폭, 원자력시설로부터의 직접피폭으로 구분하여 피폭선량을 평가하고 평가결과는 원안위 고시 제2019-10호 "방사선방호 등에 관한 기준" 제16조 제2항의 선량 기준치를 만족	- **(평가모델)** 기체배출물 : USNRC NRCDose72 GASPAR II 전산코드 사용 액체배출물 : USNRC NRCDose3 LADTAP II 전산코드 사용 - **(평가결과)** 기체배출물로 인한 피폭은 제한치(0.15 mSv/y 등)에 비해 최대 0.7%(입자상 방사성물질, H-3, C-14 및 방사성옥소에 의한 인체 장기등가선량)이고, 액체배출물로 인한 유효선량 및 인체장기등가 선량은 각각 제한치(0.03 mSv/y, 0.1m Sv/y)의 0.016%, 0.149%이며, 인접시설(KAERI)까지 모두 운용되는 조건에서 제한구역경계의 유효선량 및 인체장기등가선량은 각각의 부지당선량 기준치(0.25 mSv/y, 0.75 mSv/y)의 0.87%, 3.43%	작성규정 별표2 제1호의 항목 5.2 피폭선량평가에서 요구하는 기술내용이 반영되어 있고, 원안위고시 제2019-10호 "방사선방호 등에 관한 기준" 제16조(환경상의 위해방지) 제2항에서 요구하는 연간 선량 기준치를 만족하므로, 원자력이용시설 운영으로 인한 방사선영향은 규정에 적절하게 기술 ※ **(보완요구)** 사용된 평가모델은 USNRC에서 기존 원자력이용시설의 방사선환경영향평가에 사용되고 있는 검증된 계산모델 및 체계이므로 적합하나, 국내환경 적용가능성을 검토한 결과 국내 고유 피폭경로 반영(김치 섭취를 엽채류 섭취에 반영)을 수정하여 국내환경에 적용 가능하도록 조치 인구분포, 농축수산물 생산량 및 소비량 등 부지특성자료는 2011년 한국원자력안전기술원에서 발간한 주민피폭선량 체계 개선 방향 연구 보고서 등을 인용하였으며, 심사질의를 통하여 입력자료의 적합성을 확인

<table>
<tr><th>항목 및 작성기준</th><th>기 술 사 항</th><th>심 사 결 과</th></tr>
<tr><td></td><td>

[KNF 제1공장 정상가동시 선량평가결과]

<table>
<tr><th colspan="2">구분 [단위]</th><th>선량 기준치</th><th>평가 결과</th><th>비율 (%)</th></tr>
<tr><td rowspan="5">기체 방사성 유출물</td><td>감마선에 의한 공기의 흡수선량 [mGy/yr]</td><td>0.1</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>베타선에 의한 공기의 흡수선량 [mGy/yr]</td><td>0.2</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>외부피폭에 의한 유효선량 [mSv/yr]</td><td>0.05</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>외부피폭에 의한 피부등가선량 [mSv/yr]</td><td>0.15</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>입자상 방사성물질, 3H, 14C 및 방사성옥소에 의한 인체 장기 등가선량[mSv/yr]</td><td>0.15</td><td>1.05E-03</td><td>0.7</td></tr>
<tr><td rowspan="2">액체 방사성 유출물</td><td>유효선량 [mSv/yr]</td><td>0.03</td><td>4.80E-06</td><td>0.016</td></tr>
<tr><td>인체 장기 등가선량 [mSv/yr]</td><td>0.1</td><td>1.49E-04</td><td>0.149</td></tr>
</table>

[부지내 다수시설 정상가동시 선량평가 결과]

<table>
<tr><th>구 분</th><th>선량 기준치</th><th>평가결과</th><th>비율 (%)</th></tr>
<tr><td>유효선량 [mSv/yr]</td><td>0.25</td><td>2.18E-03</td><td>0.87</td></tr>
<tr><td>갑상선 등가선량 [mSv/yr]</td><td>0.75</td><td>2.57E-02</td><td>3.43</td></tr>
</table>

</td><td></td></tr>
<tr><td>

6. 사고로 인한 영향

6.1 사고의 가정 :

발생가능한 사고를 유형별로 가정하고 발생확률을 평가

</td><td>

-**(내부원인사고)** 핵임계, 폭발·화재 동시사고(4.64x10-5 회/년), 배기필터 화재(1.60x10-5 회/년), 엎지름, 하중물 추락, 환기계통 및 공급계통 고장

-**(외부원인사고)** 홍수, 지진, 시설 외부의 화재, 폭풍우, 낙뢰

</td><td>

내부외부 원인사고들은 시설에서 일어날 수 있는 발생 가능성을 고려하여 적절하게 선정되었으며, 각 사고에 대해 발생확률을 평가한 정량적 값과 시설의 설계특성을 고려한 정성적 평가결과를 적절하게 제시

</td></tr>
<tr><td>

6.2 방사선원 :

사고 유형별 방사선원과 방사선원의 결정에 사용된 가정을 기술

</td><td>

-**(결정방법)** 5인자 공식 : 방사성물질 총량(MAR) * 사고분율(DR) * 공기중 부유분율(ARF * 흡입율(RF) * 계통통과분율(LPF)

-**(최대 방사선원사고)** 배기필터 화재사고 (U-234) 7.21E+09 Bq, (U-235) 3.85E+08 Bq, (U-238) 1.15E+09 Bq

</td><td>

5인자 공식은 전 세계적으로 사용되고 있는 검증된 방법이며, US NRC의 NUREG/CR-6410을 참조하여 해당 시설의 설계와 사고별 특성에 따라 적합하게 계산되었음을 확인하였으며 작성규정에 따라 적절하게 기술됨

</td></tr>
<tr><td>

6.3 평가방법 : 피폭선량 계산모델 및 입력자료를 기술

</td><td>

대기확산인자는 PAVAN, 선량환산인자는 美 오크리지(연) DFEXT, ICRP-72 권고값을 사용

</td><td>

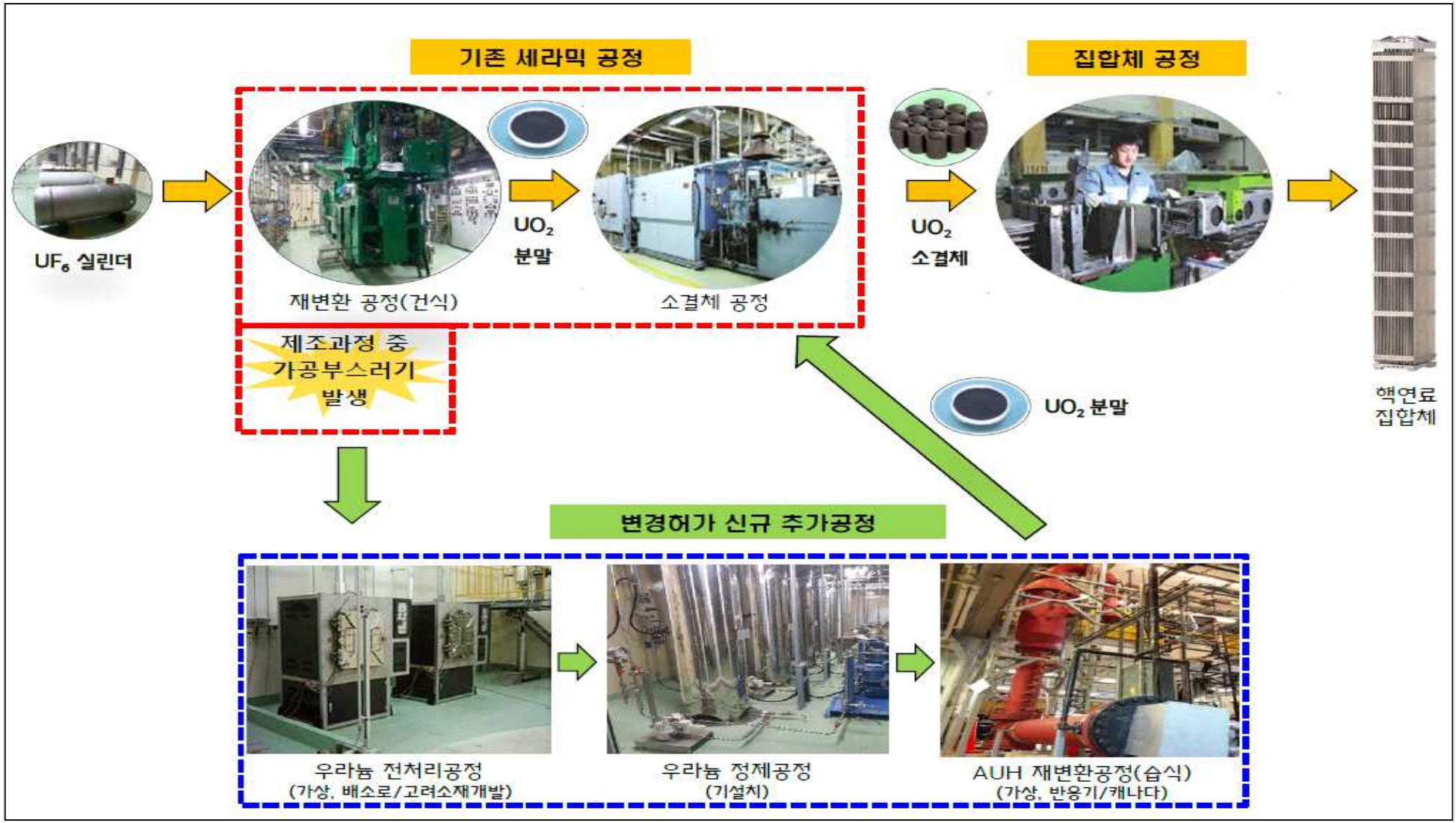
작성규정에 따라 적합하게 기술

</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>항목 및 작성기준</th><th>기 술 사 항</th><th>심 사 결 과</th></tr>
<tr>
<td>6.4 피폭선량 평가 :
사고유형별로 제한구역 경계에서 개인피폭선량을 계산하고, 부지 반경 80 km 이내의 집단 피폭선량 계산</td>
<td>사고유형 중 가장 영향이 큰 배기필터 화재사고시 제한구역경계에서 전신선량은 기준치(250mSv)의 0.54%(1.35mSv)이며, 반경 80km이내 주민 집단선량은 자연방사능량(3.1mSv/y)의 0.1%

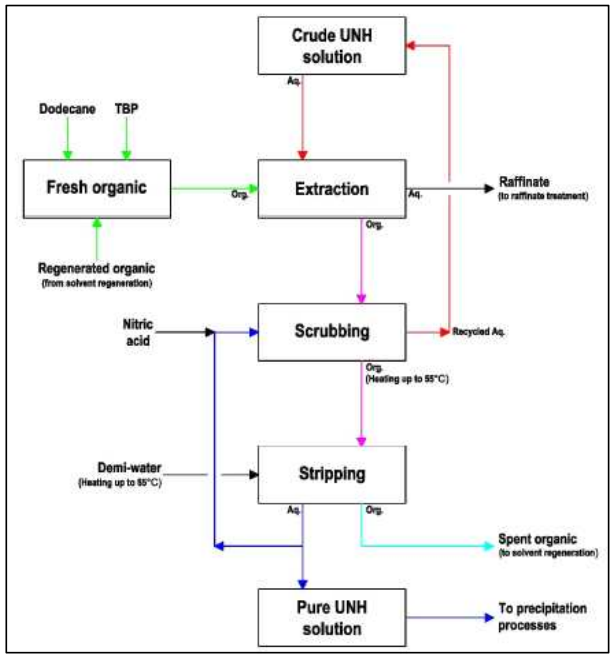
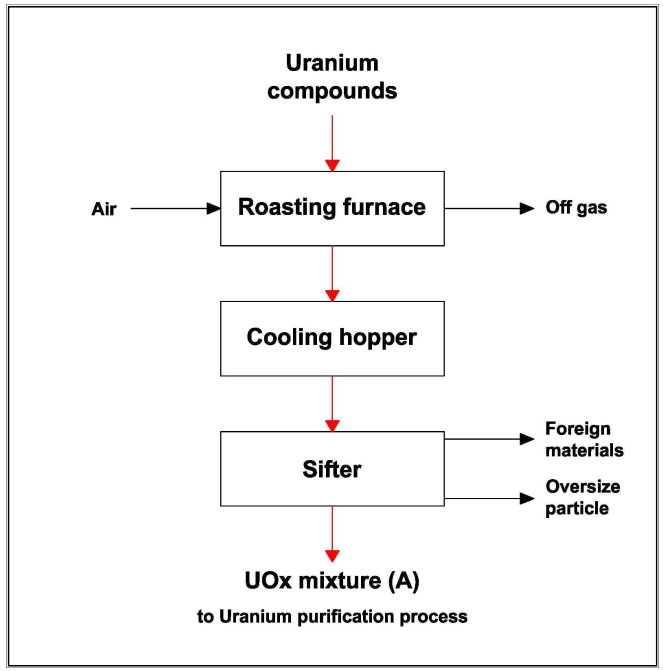
[사고시 제한구역경계에서 개인피폭선량]
<table>
<tr><th rowspan="2">사고유형</th><th colspan="2">전신선량(mSv)</th><th colspan="2">갑상선(mSv)</th></tr>
<tr><th>평가결과</th><th>기준치 대비(%)</th><th>평가결과</th><th>기준치 대비(%)</th></tr>
<tr><td>폭발·화재 동시사고</td><td>1.22E+00</td><td>4.90E-01</td><td>2.12E-03</td><td>7.06E-05</td></tr>
<tr><td>배기필터 화재사고</td><td>1.35E+00</td><td>5.41E-01</td><td>2.34E-03</td><td>7.80E-05</td></tr>
<tr><td>엎지름</td><td>3.28E-07</td><td>1.31E-07</td><td>5.66E-10</td><td>1.89E-11</td></tr>
<tr><td>하중물 추락</td><td>4.33E-05</td><td>1.73E-05</td><td>7.49E-08</td><td>2.50E-09</td></tr>
</table>
[사고시 반경 80km 이내 주민 집단선량]
<table>
<tr><th>사고유형</th><th>집단선량 (Person-Sv)</th><th>개인평균 (mSv)</th><th>자연방사선 대비(%)</th></tr>
<tr><td>폭발·화재 동시사고</td><td>2.04E+01</td><td>2.89E-03</td><td>9.32E-02</td></tr>
<tr><td>배기필터 화재사고</td><td>2.25E+01</td><td>3.19E-03</td><td>1.03E-01</td></tr>
<tr><td>엎지름</td><td>5.46E-06</td><td>7.72E-10</td><td>2.49E-08</td></tr>
<tr><td>하중물 추락</td><td>7.22E-04</td><td>1.02E-07</td><td>3.29E-06</td></tr>
</table>
</td>
<td>핵연료 제1공장 사고발생시 피폭선량평가는 작성규정에 적합하게 작성되었음을 확인하였으며, 운영 중 사고가 발생하더라도 방사선환경영향은 미미할 것으로 판단됨</td>
</tr>
<tr>
<td>6.5 주민보호대책
주민보호를 위한 비상계획의 개요, 조직개요, 주민보호활동개요, 환경감시계획을 기술</td>
<td>주민보호대책은 한전원자력연료(주)가 원자력안전위원회로부터 승인받아 운영 중인 방사선비상계획서를 따름.</td>
<td>방사선비상계획서에서 주민보호를 위한 비상계획의 개요, 조직개요, 주민보호활동개요, 환경감시계획이 모두 기술되어 있어, 제2017-17호(원자로.07)에서 요구하는 사항을 만족하고 있음을 확인</td>
</tr>
<tr>
<td>7. 환경감시계획 :
환경감시 측정 위치, 주기, 방법, 절차 등 기술</td>
<td>[환경감시 조사·측정대상 및 횟수]
<table>
<tr><th>구분</th><th>대상</th><th>시료</th><th>조사지점</th></tr>
<tr><td rowspan="2">방사선</td><td>공간선량</td><td>연속</td><td>37</td></tr>
<tr><td>집적선량</td><td>분기1회</td><td>21</td></tr>
<tr><td rowspan="4">방사능</td><td>공기</td><td>주1회</td><td>4</td></tr>
<tr><td>토양</td><td>분기1회 등</td><td>4</td></tr>
<tr><td>물</td><td>월1회 등</td><td>9</td></tr>
<tr><td>농축산물</td><td>연1회 등</td><td>11</td></tr>
</table>
</td>
<td>조사·측정 대상, 지점, 주기 및 방법이 제2017-17호(원자로.07) “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선 환경영향평가서에 관한 규정”의 요건에 적합하게 제시되어 작성규정에 부합함을 확인함.</td>
</tr>
<tr>
<td>8. 종합평가 :
환경영향 및 대책을 종합적으로 검토</td>
<td>시설의 운영으로 인해 주변 지역의 주민에 미치는 영향은 평가결과 원자력안전 관계법령의 선량기준치보다 훨씬 작은 값으로 시설 운영으로 인한 영향은 미미한 것으로 평가</td>
<td>운영 및 사고로 인한 방사선학적 영향을 평가한 결과가 종합적으로 기술되었으며, 모든 평가결과가 관련 법적 기준을 만족하고 있음을 확인</td>
</tr>
</table>

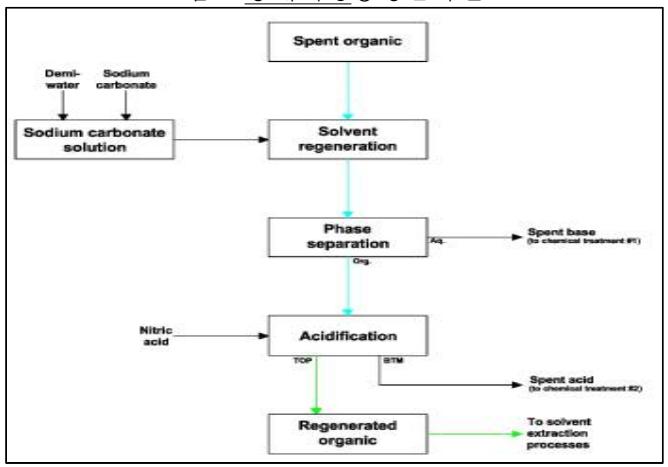
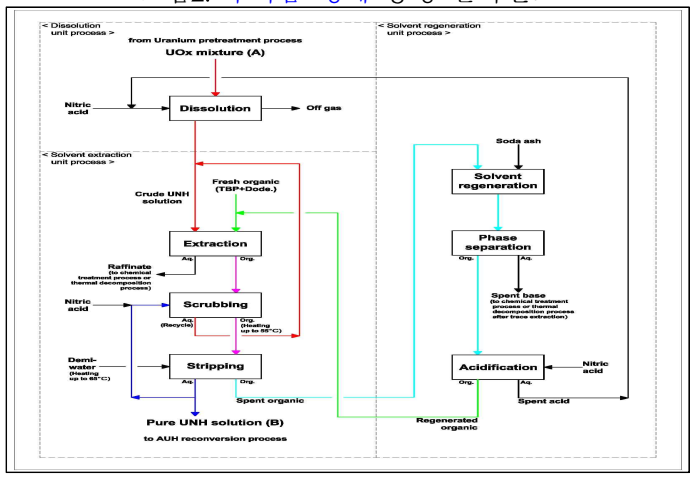
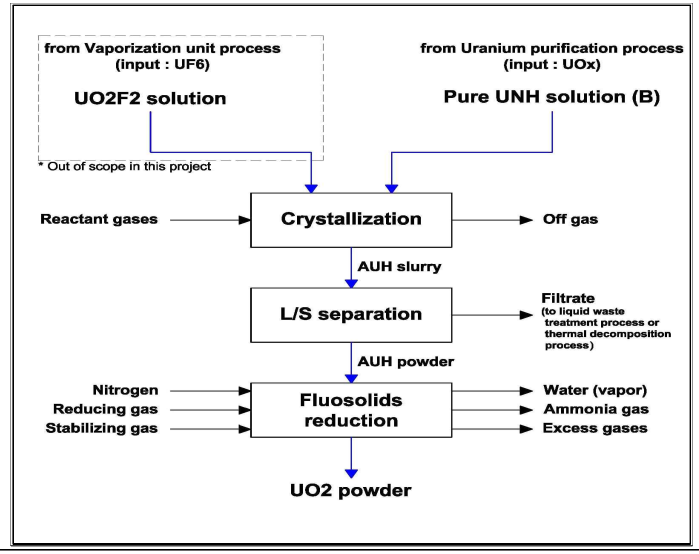
참고 1-4 KNF의 핵연료 제조 공정



참고 1-5 KNF 핵연료 1공장 설계 및 공사방법에 관한 설명서 전·후 변경 비교표 및 검토의견

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
1	Ⅱ-A-1	Ⅱ. 화학처리시설 (Chemical treatment facility) A. 공정 일반 (신설)	Ⅱ. 화학처리시설 (Chemical treatment facility) A. 공정 일반 1. 우라늄 전처리공정(Uranium pretreatment process) 우라늄 전처리공정은 다양한 형태의 우라늄화합물(Uranium compounds)을 배소하여 핵연료 제조공정에 재투입 가능한 산화우라늄 혼합물(UO_xmixture)로 제조하는 공정이다. 우라늄 전처리공정의 블록선도는 '그림1.'과 같으며, 공정설비에 대한 상세한 내용은 다음의 첨부된 APPENDIX A. 및 B.에 기술되어 있다.	우라늄 전처리공정의 일반 개요 반영
2	Ⅱ-A-1	1. 우라늄 정제공정(Uranium purification process) 우라늄 정제공정은 금속불순물을 포함한 불순 UNH 용액(crude UNH solution)에서 불순물을 제거하여 핵연료제조공정에 사용 가능한 정제 UNH 용액(pure UNH solution)을 제조하는 공정으로, 다음과 같은 단위공정으로 구성되어 있다. (신설) - 용매추출공정(Solvent extraction unit process) - 용매재생공정(Solvent regeneration unit process) 상기 각 공정의 블록선도는 '그림 1.' 및 '그림 2.'와 같으며, 공정설비에 대한 상세한 내용은 다음의 첨부된 APPENDIX A. 및 B.에 상세히 기술되어 있다. (신설)	2. 우라늄 정제공정(Uranium purification process) 우라늄 정제공정은 전처리된 산화우라늄혼합물(UO_xmixture)로부터 우라늄만을 추출하여 핵연료제조공정에 사용 가능한 정제 UNH 용액(pure UNH solution)을 제조하는 공정으로, 다음과 같은 단위공정으로 구성되어 있다. - 용해공정(Dissolution unit process) - 용매추출공정(Solvent extraction unit process) - 용매재생공정(Solvent regeneration unit process) 우라늄 정제 공정의 블록선도는 '그림 2.'와 같으며, 공정설비에 대한 상세한 내용은 다음의 첨부된 APPENDIX A. 및 B.에 기술되어 있다. 3. AUH 재변환공정(AUH reconversion process) AUH 재변환공정은 UF_6또는 정제 UNH 용액(pure UNH solution)으로부터 소결체 제조공정에 투입하기	항목번호 변경 우라늄 전처리과정에서 생산된 산화우라늄 반영 우라늄 정제공정 중 추가되는 용해공정 반영 AUH 재변환공정의 일반개요와 세부공정인 결정화공정, 고액분리

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			위한 UO_2분말을 제조하는 습식 재변환공정으로, 다음과 같은 단위공정으로 구성되어 있다. - 기화공정(Vaporization Unit Process) (미설치) - 결정화공정(Crystallization unit process) - 고액분리공정(L/S separation unit process) - 유동환원공정(Fluosolids reduction unit process) AUH 재변환공정의 블록선도는 '그림 3.'과 같으며, 공정 설비에 대한 상세한 내용은 다음의 첨부된 APPENDIX A. 및 B.에 기술되어 있다. 각 공정의 계통 및 배관 도면의 목록은 '표1.'과 같다.	공정 및 유동환원공정 반영 (기화공정은 금회 프로 젝트에서 설치하지 않는 것으로 확인) 신규 공정 관련 검출/제어/조작 장치 및 HMI 등 추가 공정의 계측제어설비 관련 계통과 배관 도면 목록을 표1에 적절하게 반영
3	Ⅱ-A-2	그림1. 용매추출공정 블록선도  	그림1. 우라늄 전처리공정 블록선도  	우라늄 전처리공정에 대한 블록선도(주요설비, 공정 부산물, 공정 생성물 등 표기)를 적절히 반영

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
4	Ⅱ-A-3	그림2. 용매재생공정블록선도  	그림2. 우라늄 정제 공정 블록선도  	우라늄 정제공정 중 용해공정을 반영한 블록선도(주요설비, 공정 부산물, 공정 생성물 등 표기)를 적절히 반영
5	Ⅱ-A-4	(신설)	그림3. AUH 재변환공정 블록선도  	AUH 재변환공정을 반영한 블록선도(주요설비, 공정 부산물, 공정 생성물 등 표기)를 적합하게 반영

<table>
<tr><th>관리번호</th><th>Page</th><th>개정 전</th><th>개정 후</th><th>검토의견</th></tr>
<tr><td>6</td><td>Ⅱ-A-5</td><td>(신설)</td><td>표1. 계통 및 배관도면 목록
<table><tr><th>Drawing No.</th><th>Description</th></tr><tr><td>UPC-CDW003</td><td>Symbols and abbreviations for P&ID</td></tr><tr><td>UPC-CDW004</td><td>P&I Diagram for Uranium pretreatment (1/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW005</td><td>P&I Diagram for Uranium pretreatment (2/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW006</td><td>P&I Diagram for Dissolution (1/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW007</td><td>P&I Diagram for Dissolution (2/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW008</td><td>P&I Diagram for Solvent extraction (1/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW009</td><td>P&I Diagram for Solvent extraction (2/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW010</td><td>P&I Diagram for Solvent extraction (3/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW011</td><td>P&I Diagram for Solvent extraction (4/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW012</td><td>P&I Diagram for Solvent extraction (5/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW013</td><td>P&I Diagram for Solvent regeneration (1/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW014</td><td>P&I Diagram for Solvent regeneration (2/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW015</td><td>P&I Diagram for Crystallization</td></tr><tr><td>UPC-CDW016</td><td>P&I Diagram for L/S separation (1/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW017</td><td>P&I Diagram for L/S separation (2/2)</td></tr><tr><td>UPC-CDW018</td><td>P&I Diagram for Fluosolids reduction (1/3)</td></tr><tr><td>UPC-CDW019</td><td>P&I Diagram for Fluosolids reduction (2/3)</td></tr><tr><td>UPC-CDW020</td><td>P&I Diagram for Fluosolids reduction (3/3)</td></tr><tr><td>UPC-CDW021</td><td>P&I Diagram for Nitric acid distribution</td></tr><tr><td>UPC-CDW022</td><td>P&I Diagram for Wastewater & Sump (1/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW023</td><td>P&I Diagram for Wastewater & Sump (2/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW024</td><td>P&I Diagram for Wastewater & Sump (3/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW025</td><td>P&I Diagram for Wastewater & Sump (4/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW026</td><td>P&I Diagram for Wastewater & Sump (5/5)</td></tr><tr><td>UPC-CDW027</td><td>P&I Diagram for Process vent</td></tr></table></td><td>공정 추가에 따른 계통 및 배관도면 목록을 적합하게 반영</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Ⅱ-B-1</td><td>B. 세부 공정

(신설)</td><td>B. 세부 공정

1. 우라늄 전처리공정
우라늄 전처리공정은 다양한 형태의 우라늄화합물을 배소하여 핵연료 제조공정에서 재사용 가능한 분말상의 산화우라늄 혼합물로 제조하는 공정이다.

먼저 전처리 할 우라늄화합물을 배소로(Roasting furnace)에서 공기를 공급하면서 가열하면 우라늄화합물은 조성에 따라 특정한 반응을 거쳐 산화우라늄 혼합물이 된다.</td><td>추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술

임계안전성 평가 결과 미임계 허용 기준 값을 하회
<table><tr><th>구분</th><th>기준</th><th>값</th></tr><tr><td>순수침수</td><td>0.95</td><td>0.931</td></tr><tr><td>최적감속</td><td>0.98</td><td>0.978</td></tr></table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>관리번호</th><th>Page</th><th>개정 전</th><th>개정 후</th><th>검토의견</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>배소가 완료된 산화우라늄 혼합물은 진공이송 방식으로 냉각 호퍼로 이송되는데, 이송되는 과정에서 사이클론을 거치면서 무거운 고체상 이물질이 제거된다.

냉각 호퍼에 저장된 산화우라늄 혼합물은 다시 분말이송장치(Powder conveyor)를 통해 탈철기(Magnetic separator)가 장착된 체질기(Sifter)로 이송되며, 체질기에서는 사이클론에서 제거되지 않은 이물질이 걸러지며, 체질기를 통과한 분말은 탈철기에서 철 성분이 제거되고 회수분말용기에 회수된다. 회수된 산화우라늄 혼합물은 우라늄 정제공정에 투입된다.

본 공정에서 제거된 이물질은 방사성폐기물로 처리된다.</td><td>폐기체에 우라늄 동위원소가 포함되지 않고, 환경배출 배관 후단에 방사능 감시기도 설치하여 감시하고, 고체폐기물은 드럼 포장하여 방사성폐기물로 처리하는 등 관련 조치가 적절함을 확인

화재심각도가 최대 29분(기존 11분)으로 내화방벽의 내화성능(60분)보다 낮음을 확인</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Ⅱ-B-2</td><td>1. 우라늄 정제공정
(신설)

1.1 용매추출공정
본 공정은 금속불순물이 포함된 불순 UNH 용액에</td><td>2. 우라늄 정제공정
2.1 용해공정
본 공정은 산화우라늄 혼합물을 질산에 용해하여 용매추출공정에 투입될 불순 UNH 용액(Crude UNH solution)을 제조하는 공정이다.

산화우라늄 혼합물은 분말 투입장치를 통해 질산이 담겨있는 용해조(Dissolver)에 일정량씩 투입되어 용해된다.

우라늄이 질산에 완전히 용해된 후에도 용해되지 않고 남는 불순물이 있는 경우 불순 UNH 여과장치(Crude UNH filtration unit)에서 슬러지로 배출되며, 제조된 용액은 불순 UNH 용액 저장조(Crude UNH solution storage tank)에 저장되었다가 용매추출공정에 feed로 투입된다.

2.2 용매추출공정
본 공정은 용해공정에서 제조된 불순 UNH 용액에</td><td>번호 변경 반영

추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술

임계안전성 평가 결과 미임계 허용기준 값을 하회
<table><tr><th>구분</th><th>기준</th><th>값</th></tr><tr><td>순수침수</td><td>0.95</td><td>0.731</td></tr><tr><td>최적감속</td><td>0.98</td><td>0.731</td></tr></table>화재심각도가 최대 29분(기존 11분)으로 내화방벽의 내화성능(60분)보다 낮음을 확인

번호 변경 반영
용해공정 반영</td></tr>
</table>

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
		(중간생략) 역추출탑(Stripper)에는 수상으로 순수(demi-water)가 투입되며, 유기상으로 세정탑에서 배출된유기상이 투입된다. 이때 유기상 중의 우라늄이 수상으로 추출되어 정제 UNH 수용액이 생성된다. 생성된 정제 UNH 수용액은 중간 저장조를 거쳐 정제 UNH 저장조에 저장되며, 우라늄을 잃은 유기상은 용매 재생공정에 투입된다.	(중간생략) 역추출탑(Stripper)에는 수상으로 순수(demi-water) 또는 희석된 질산이 투입되며, 유기상으로 세정탑에서 배출된 유기상이 투입된다. 이때 유기상 중의 우라늄이 수상으로 추출되어 정제 UNH 수용액이 생성된다. 생성된 정제 UNH 수용액은 중간 저장조를 거쳐 정제 UNH 용액 저장조에 저장되며, 우라늄을 잃은 유기상은 용매 재생공정에 투입된다.	희석된 질산을 사용할 수 있도록 반영 용어 통일
9	Ⅱ-B-3	1.2 용매재생공정 본 공정은용매추출공정에서 유기상 중의 TBP가 분해되어 생성된 불순물을 제거하여, (중간생략) 분리된 유기상은 산도 조정 후 재생용매 중간저장조(regenerated organic buffer tank)에 수집되었다가 순용매와 혼합된다. (신설)	2.3 용매재생공정 본 공정은용매추출공정에서 유기상 중의 TBP가 분해되어 생성된 불순물을 제거하여, (중간생략) 분리된 유기상은 산도 조정 후 재생용매 중간저장조(regenerated organic buffer tank)에 수집되었다가 순용매와 혼합된다. 용매 재생에 사용된 소다회 수용액(폐염기, spent base)은 별도의 추출탑에서 우라늄이 제거된 후 폐기되며, 산도 조정시 사용된 질산(폐질산, spent acid)은 용해공정의 초기용액으로 사용된다.	번호 변경 반영 폐염기 및 폐질산이 폐기 또는 재활용될 수 있도록 처리방법을 적절하게 반영
10	Ⅱ-B-4	(신설)	3. AUH 재변환 공정 3.1 결정화공정 본 공정은 우라늄 정제공정에서 생산된 정제 UNH 용액으로부터 UO_2 분말을 제조하기 위해 용액 중의 우라늄을 중간 물질인 AUH 결정으로 만들어 침전시키는 공정이다. 우라늄 정제공정에서 정제된 UNH용액은 정제 UNH 용액 저장조(Pure UNH solution tank)에 저장되어 있으며, 용액 중에 우라늄은 우라닐이온 상태로 용해되어 있어 물리적인 방법으로 분리, 회수할 수 없으므로 화학 침전시켜 회수한다. UNH 용액을 결정화반응기	추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술 임계안전성 평가 결과 미임계 허용 기준 값을 하회

<table>
<tr><th>관리번호</th><th>Page</th><th>개정 전</th><th>개정 후</th><th>검토의견</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>(AUH crystallizer)에 투입하고 반응 가스(reactant gases)를 주입하면 용액 중의 우라늄은 AUH 결정을 형성하여 침전된다.

용액 중의 우라늄이 모두 AUH 결정으로 침전되면 이 슬러리를 고액분리 공정으로 이송한다.

3.2 고액분리공정
본 공정은 결정화공정에서 만들어진 AUH 슬러리를 고액분리하여 AUH 분말을 제조하는 공정이다.

결정화반응이 완료되면 AUH 슬러리는 AUH 필터로 보내진다. 필터에서는 먼저 AUH 결정과 여액(filtrate)을 분리한 후 증류수를 공급하거나 여액을 환류시켜 필터에 쌓여있는 AUH cake를 세척한다. 여액과 세척액은 진공에 의해 필터를 통과하여 여액은 여액저장조(Filtrate receiver tank)에, 세척액은 세척액 저장조(Washing solution receiver tanks)에 수집된다.

세척이 끝나고 세척액의 분리가 완료된 후 AUH cake는 트레이에 수집하여 건조기에서 건조하며, 이후 필요시 건조 분말 중의 응집된 덩어리를 분쇄기(Mill)로 분쇄한다.</td><td><table><tr><th>구분</th><th>기준</th><th>값</th></tr><tr><td>순수침수</td><td>0.95</td><td>0.945</td></tr><tr><td>최적감속</td><td>0.98</td><td>0.945</td></tr></table>
폐기체에 우라늄 동위원소가 포함되지 않고, 환경배출 배관 후단에 방사능 감시기도 설치하여 감시하고, 고체폐기물은 드럼 포장하여 방사성 폐기물로 처리하는 등 관련 조치가 적절함을 확인

기체상의 방사성 물질 배출량은 연간 142,633Bq*로 허가기준(2MBq)의 7.13% 수준
*(기존시설) 138,903
+(신규시설) 3,730

화재심각도가 최대 29분(기존 11분)으로 내화방벽의 내화성능(60분)보다 낮음을 확인</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Ⅱ-B-5</td><td>(신설)</td><td>3.3 유동환원공정
본 공정은 고액분리공정에서 만들어진 AUH 분말을 UO_2분말로 제조하는 공정이다.

AUH는 우라늄, 암모니아, 물을 포함한 화합물이며, 본 공정에서 이를 하소(calcination), 환원(reduction), 안정화(stabilization)를 거쳐 핵연료 제조공정에 투입 가능한 UO_2분말로 만든다.

하소와 환원은 하나의 반응기에서 진행되며, 반응기로는 맥동유동층반응기(Pulsed fluidized bed</td><td>위와 동일</td></tr>
</table>

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			reactor, PFBR)를 사용한다. 반응기에 AUH 분말을 투입하고 질소 분위기에서 가열하면 AUH가 분해되어 물과 암모니아가 기체 상태로 배출되며, 우라늄은 UO_3가된다. 하소가 완료된 후 온도를 유지하면서 환원 가스(reducing gas)를 투입하면 우라늄은 UO_2로 환원된다. UO_2는 불안정하여 대기중에 노출되면 공기중의 산소와 반응하여 빠르게 산화된다. 이를 방지하기 위해 입자 표면을 약간 산화시킴으로써 산화 피막을 만들어 주는데(passivation), 이를 안정화라 한다. 환원이 완료되면 가열과 환원가스 공급을 중단하고 안정기(Stabilizer)로 분말을 이송한다. 이송된 분말은 안정기 내에서 먼저 질소 분위기에서 냉각된다. 분말의 온도가 어느 이하가 된 후 안정화 가스(stabilizing gas)를 투입하면 입자의 표면이 천천히 산화되어 안정화된 분말이 된다. 안정화가 완료된 분말은 진공이송 방식으로 회수하여 분말 호퍼에 일시 저장 후, 체질기로 과립분말을 제거하고 회수분말용기에 저장한다.	
12	Ⅱ-C-1	C. 설계 기준 및 내용 (신설)	C. 설계 기준 및 내용 1. 우라늄 전처리공정 1.1 배소로(Roasting furnaces) 우라늄화합물을 가열하여 배소하는 설비로, box oven type이다. 우라늄화합물을 담은 트레이를 로(爐)의 챔버에 장입하고 공기를 공급하면서 가열하면, 우라늄화합물은 조성에 따라 특정한 반응(산화, 열분해 등)을 거쳐 분말상의 산화우라늄 혼합물이 된다. 주변 기기로는 off gas 서지탱크가 설치된다. 1.2 냉각 호퍼(Cooling hoppers) 배소가 완료된 분말을 일시 저장/냉각하는 설비이다. 분말의 투입은 진공을 이용하며, 호퍼 전단의 사이클론에서 무거운 고체상 이물질이 제거되고 호퍼 상부에 장착된 필터에서 분말이 호퍼 내부로 투입된다. 분	추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술 냉각호퍼 분말 투입량을 감시하는 레벨스위치 설치,

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			말의 투입량은 레벨스위치로 감시한다. 분말의 배출은 하부에 장착된 스크루피더를 이용하며, 배출구는 분말 이송장치에 직결된다. 재질은 호퍼 본체는 STS304, 사이클론과 필터는 STS316이다. 1.3 분말이송장치(Powder conveyor) 냉각 호퍼로부터 체질기로 분말을 이송하는 설비로, 모터로 구동되며 모터의 구동속도를 조절해 이송량을 조정할 수 있다. 재질은 STS304이다. 주변 기기로는 벨트 중의 분진 포집을 위한 헤파필터가 설치된다. 1.4 체질기(Sifter) 이송된 분말을 체질해 사이클론에서 제거되지 않은 이물질을 분리하고 분말을 분급하는 장치이다. 이물질 배출구에는 1개의 회수분말 저장용기가 장착되며, 미분 배출구에는 탈철기가 연결되며 여기에 2개의 회수분말 저장용기가 장착된다. 회수분말 저장용기 장착부위 하부에는 각각 대저울(platform scale)이 설치되어 각 용기에 공급되는 분말의 중량을 측정한다. 어느 한 용기로의 분말의 공급량이 설정값에 도달하면 자동으로 설비가 정지한다.	분말이송장치에서 외부로 분진이 확산되지 않도록 헤파필터 설치, 체질기에 분말의 중량을 측정하여 설정값을 초과할 경우 설비를 자동으로 정리하기 위한 대저울을 설치하는 등 안전관리를 위해 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인
13	Ⅱ-C-2	1. 우라늄 정제공정 우라늄 정제공정은 연간생산용량 7ton.U로 설계되었으며, 용매추출공정은 연속식(continuous), 용매재생공정은 회분식(batch) 공정이다. 각 단위공정의 설비 구성 및 주요 기능은 다음과 같다. (신설)	2. 우라늄 정제공정 우라늄 정제공정은 시간당처리용량 5kg·U(용해공정은 배치당 120kg·U)로 설계되었으며, 용매추출공정은 연속식(continuous), 용해공정과 용매재생공정은 회분식(batch) 공정이다. 각 단위공정의 설비 구성 및 주요 기능은 다음과 같다. 2.1 용해공정 2.1.1 분말 투입장치(Powder feeding unit) 산화우라늄 혼합물을 용해조에 투입하는 설비이다. 테이블에 산화우라늄 혼합물이 들어있는 회수분말 저장용기를 장착 및 고정하고 하부에 설치된 스크루피더를 이용하여 용해조에 분말을 투입한다. 재질은 분말 접촉 부위는 STS304, 그 외에는 SS400이다. 2.1.2 용해조(Dissolver) 우라늄을 질산에 용해하여 불순 UNH 용액을 제조하	용해공정 처리용량을 연간에서 시간당 생산량으로 변경 신설된 용해공정을 포함하도록 변경 추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술 용해조 내 질산과 증류수의 투

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			는 설비이다. 핵임계 안전을 위하여 slab 형태로 제작되며, 바깥면에 가열을 위한 스팀 자켓이 장착된다. 질산 및 증류수의 투입량은 레벨스위치 및 레벨전송기로 감시된다. 용해조의 재질은 대부분 STS304L이다. 주변 기기로는 펌프, 유체의 냉각을 위한 열교환기, 질산에 용해되지 않은 불순물을 분리하기 위한 스트레이너와 불순 UNH 여과장치가 설치된다. 2.1.3 불순 UNH 용액 저장조(Crude UNH solution storage tanks) 불순 UNH 용액 저장조는 용해조에서 제조된 불순 UNH 용액을 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 용액의 저장량은 각 탱크에 설치되는 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 용액을 용매추출공정으로 보내는 이송펌프가 설치된다.	입량 감시를 위해 레벨스위치와 레벨전송기를 설치하고, 불순 UNH 용액 저장조의 용액 저장량 감시를 위해 각 탱크에 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지를 설치하는 등 안전관리를 위해 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인
14	Ⅱ-C-3	1.1 용매추출공정 1.1.1 펄스 컬럼 (중간생략) 1.1.2 순용매 제조기 (중간생략) 1.1.3 정제 UNH 저장조(PureUNHstoragetanks) 정제 UNH 저장조는 용매추출공정에서 생산된 정제 UNH 용액을 최종 저장하는 설비로, STS304L 재질의원통형탱크이다. 용액의 저장량은 각 탱크에 설치되는 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다.	2.2 용매추출공정 2.2.1 펄스 컬럼(Pulsed columns) (중간생략) 2.2.2 순용매 제조기(Fresh organic make-up tank) (중간생략) 2.2.3 정제 UNH 용액 저장조(Pure UNH solution storage tanks) 정제 UNH 용액 저장조는 용매추출공정에서 생산된 정제UNH 용액을 최종 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형탱크이다. 용액의 저장량은 각 탱크에 설치되는 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다.	번호 변경 반영 영문 명칭 반영 용어 통일
15	Ⅱ-C-3	1.1.4 중간저장조(Buffer tanks) (이하생략)	2.2.4 중간저장조(Buffer tanks) (이하생략)	번호 변경 반영
16	Ⅱ-C-4	1.2 용매재생공정 1.2.1 용매재생기(Solvent regenerator)	2.3 용매재생공정 2.3.1 용매재생기(Solvent regenerator)	번호 변경 반영

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
		(중간생략) 1.2.2 산도평형탑(AcidTBPcolumn) (중간생략) 1.2.3 중간저장조(Buffer tanks) (이하생략)	(중간생략) 2.3.2 산도평형탑(Acidifier) (중간생략) 2.3.3 중간저장조(Buffer tanks) (이하생략)	번호 변경 반영 영문 명칭 변경 반영 번호 변경 반영
17	Ⅱ-C-4	(신설)	2.3.4 탈탄산기(Decarbonator) 탈탄산기는 용매 재생에 사용된 소다회 수용액(폐염기) 중의 우라늄을 추출하기 위해 전처리하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 유체의 투입량은 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 이송펌프와 교반기가 설치된다. 2.3.5 미량추출탑(Trace extractor) 미량추출탑은 전처리된 폐염기로부터 우라늄을 추출하는 설비로, 구조 및 운전/제어방식은 용매추출공정의 추출탑과 같다. 주변 기기로는 맥동공급기가 설치된다. 2.3.6 소다회 용해조(Soda ash dissolver) 소다회 용해조는 용매재생공정에 공급되는 소다회 수용액을 제조하는 설비로, STS304 재질의 원통형 탱크이다. 주변 기기로는 소다회의 용해를 위한 교반기와 용액 이송을 위한 이송펌프가 설치된다.	용매재생공정에서 발생하는 폐염기를 처리하기 위한 보조설비에 대한 내용이 적절히 반영되었음을 확인
18	Ⅱ-C-5	1.3 공통 설비 1.3.1 질산희석조(Nitric acid dilution tank) 질산희석조는 각 단위공정에 질산을 공급하기 위한 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 이탱크는고농도질산을공급받아순수와혼합하여우라늄정제공정에서사용하는저농도질산을제조한후각설비에공급한다. 질산과 순수의 배합비는 투입되는 각 유체의 액위로 조절한다. 주변 기기로는 각 설비로의 질산 공급을 위한 이송펌프가 설치된다.	2.4 공통 설비 2.4.1 희석질산 중간저장조(Diluted nitric acid buffer tank) 희석질산 중간저장조는 우라늄 정제공정에 공급되는 희석질산을 저장하는 설비로 STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 주변 기기로는 각 설비로의 질산 공급을 위한 이송펌프가 설치된다.	번호 변경 반영 질산희석조를 별도로 설치(Ⅱ-C-9의 3.4.1)하고 기존(개정 전)의 질산희석조는 중간저장조로 사용

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
		1.3.2 에어 서지 탱크(Air surge tank) 에어 서지 탱크는 공압을 사용하는 계장장치에 압축공기를 공급하기 위한 설비로, STS304 재질의 원통형 탱크이며, 공급 압력을 감시하기 위한 압력계가 설치된다.	(삭제)	에어 서지 탱크 미사용으로 관련 내용 삭제(해당 탱크는 공정에 불필요하여 변경허가 승인 후 제거할 예정임을 확인함)
19	Ⅱ-C-5	(신설)	2.4.2 폐질산 저장조(Spent acid storage tank) 폐질산 저장조는 산도평형탑에서 배출된 폐질산을 저장하는 설비로, STS304 재질의 원통형 탱크이다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 질산 이송을 위한 이송펌프가 설치된다. 2.4.3 추잔상 저장조(Raffinate storage tanks) 및 질산나트륨 저장조(SN, solution storage tanks) 각각 추출탑에서 배출된 추잔상과 미량추출탑에서 배출된 질산나트륨 수용액을 최종 처리하기 전 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 용액의 이송을 위한 이송펌프가 설치된다. 2.4.4 UN 오수저장조(UN sump tanks) UN 오수저장조는 우라늄 정제공정에서 유체가 누설될 경우 이를 임시 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 2층 및 3층의 설비에서 누설되는 유체는 중력으로 이송되며, 1층의 설비에서 누설되는 유체는 별도의 펌프로 이송되어 저장된다. 오수저장조에 저장되었던 유체는 누설 원인이 제거된 후 정제공정에 재투입된다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 상기 오수 수집 펌프, 저장되었 던 누설유체의 공정 재투입을 위한 이송펌프 및 스트레이너가 설치된다.-	추가된 보조설비에 대한 설명을 적절하게 기술 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 용액의 저장량을 감시하는 등 안전관리를 위한 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
20	Ⅱ-C-6	(신설)	3. AUH 재변환공정 AUH 재변환공정의 각 단위공정은 회분식(batch) 공정이며, 배치당 처리용량 82.5 kg·U로 설계되었다. 각 단위공정의 설비 구성 및 주요 기능은 다음과 같다. 3.1 결정화공정 3.1.1 결정화반응기(AUH crystallizer) 결정화반응기는 정제 UNH 용액 중의 우라늄을 AUH 결정으로 침전시키는 설비이다. 핵임계 안전을 위하여 slab 형태로 제작되며, 바깥면에 가열을 위한 스팀 자켓이 장착된다. 정제 UNH 용액의 투입량은 레벨스위치 및 레벨전송기로 감시되며, 반응 가스의 투입량은 유량계로 감시된다. 반응기의 재질은 대부분 STS316L 이다. 주변 기기로는 순환펌프 및 이송펌프가 설치된다. 3.2 고액분리공정 3.2.1 AUH 필터(AUH filter) AUH 필터는 결정화반응기에서 제조된 AUH 슬러리를 고액분리하여 AUH 분말을 제조하는 설비이다. 여액 배출 후 AUH cake를 세척하고, 이후 필요시 가열공기 등을 이용하여 cake 중의 수분 함량을 낮춘다. 반건조된 cake는 스크래퍼에 의해 자동으로 배출되고, 필터포에 미량 잔류한 AUH 입자는 별도의 필터포 세척을 통해 제거된다. 여액 및 세척액의 배출은 진공을 이용한다. 필요시 주변 설비로 공기가열기가 설치될 수 있다. 3.2.2 여액저장조(Filtrate receiver tank) AUH 슬러리를 여과한 후 여액을 저장하는 설비로, AUH 필터와 직결된다. AUH 공정 특성상 여액에 우라늄은 거의 포함되지 않지만 사고상황에 대비하여 slab 형태로 제작하며, 재질은 STS304이다. 여액의 저장량은 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 여액의 이송을 위한 펌프가 설치된다. 3.2.3 세척액 저장조(Washing solution receiver tanks) AUH 필터의 필터포를 세척한 용액을 저장하는 저장조와 AUH cake를 세척한 용액을 저장하는 저장조가 있으며, STS304 재질의 원통형 탱크이다. 세척액의 저장량은 레벨스위치, 레벨전송기, 레벨게이지로 감시한다.	추가된 신규공정 설명을 적절하게 기술 신규설비의 안전관리를 위해 레벨스위치, 레벨전송기 및 레벨게이지를 설치하는 등 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			주변 기기로는 세척액의 이송을 위한 펌프가 설치된다. 3.2.4 건조기(Dryers) 및 분쇄기(Mill) 건조기는 필터에서 회수된 반건조 cake를 건조하는 설비이다. AUH cake를 트레이에 담아 챔버에 장입하고 가열된 공기를 공급하여 cake를 건조분말로 만든다. 주변 설비로 공기가열기가 설치된다. 분쇄기는 건조기에서 건조된 분말 중에 응집된 덩어리가 있는 경우 이를 분쇄하기 위한 설비이다. 분말의 투입은 수동으로 하며, 배출된 분말은 회수분말 저장용기에 수집된다.	
21	Ⅱ-C-7	(신설)	3.2.5 여액증발조(Filtrate evaporators) 여액증발조는 고액분리공정에서 발생한 여액을 증발처리하는 설비로, STS304 재질의 원통형 탱크이며 바깥면에 가열을 위한 스팀 자켓이 장착된다. 여액의 투입량 및 증발량은 레벨스위치 및 레벨전송기로 감시된다. 주변 기기로는 기수분리기와 응축기가 설치된다. 3.2.6 여액응축수 중간저장조(Filtrate condensate buffer tank) 여액증발조에서 증발하여 응축된 응축수를 일시 저장하는 설비로, STS304 재질의 원통형 탱크이다. 여액응축수의 저장량은 레벨스위치 및 레벨전송기로 감시된다. 주변 기기로는 이송펌프가 설치된다.	추가된 보조설비에 대한 설명을 적절하게 기술 신규설비의 안전관리를 위해 레벨스위치, 레벨전송기를 설치하는 등 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인
22	Ⅱ-C-8	(신설)	3.3 유동환원공정 3.3.1 맥동유동층반응기(Pulsed fluidized bed reactors, PFBRs) 및 안정기(Stabilizers) AUH 분말을 하소/환원/안정화하여 UO_2분말을 생산하는 설비이다. PFBR은 상부에 진공 이송을 위한 필터가 장착되고 하부에 윈드박스와 분배기가 장착되며 외부에 히터가 설치된 원통형 반응기이다. 또한 핵임계 안전상 필요한 경우에는 내부에 중성자흡수재(B_4Crod등)가 설치된다. 안정기는 PFBR과 구조가 같으나 외부에 히터가 아닌 냉각 자켓이 설치된다. AUH 분말은 먼저 PFBR에 진공으로 이송되며, PFBR 내부에서 하소와 환원반응을 통해 UO_2가 된다. 반응이 완료된 분말은 안정기에 진공으로 이송되며, 안정기 내부에서 냉각된 후 안정화된다. PFBR과 안정기 하부에 장착되는 윈드박스와 분배기는 반응을 위한 gas를 내부에 균일하게 주입하는 역할을 한다. PFBR의 재질	추가된 보조설비에 대한 설명을 적절하게 기술 핵임계 안전에 필요한 중성자흡수재, 분말 투입량 감시를 위한 레벨스위치, 분진 포집을 위한 헤파필터, 분말의 공급량 조절을 위한 대저울(platform scale)을 설치하는 등

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			은 STS310S이며, 안정기의 재질은 STS304이다. 주변 기기로는 gas 주입을 위한 에어 챔버, off gas 서지탱크가 설치된다. 3.3.2 분말 호퍼(Powder hopper) 안정화가 완료된 분말을 체질 및 분급하기 위하여 일시 저장하는 설비이다. 분말의 투입은 진공을 이용하며, 호퍼 상부에 장착된 필터에서 분말이 호퍼 내부로 투입된다. 분말의 투입량은 레벨스위치로 감시한다. 분말의 배출은 하부에 장착된 스크루피더를 이용하며, 배출구는 분말이송장치에 직결된다. 재질은 호퍼 본체는 STS304, 필터는 STS316이다. 3.3.3 분말이송장치(Powder conveyor) 분말 호퍼로부터 체질기로 분말을 이송하는 설비로, 모터로 구동되며 모터의 구동속도를 조절해 이송량을 조정할 수 있다. 재질은 STS304이다. 주변 기기로는 벤트 중의 분진 포집을 위한 헤파필터가 설치된다. 3.3.4 체질기(Sifter) 이송된 분말을 체질해 과립분말을 분리하고 분말을 분급하는 장치이다. 과립분말 배출구에는 1개의 회수분말 저장용기가 장착되며, 미분 배출구에는 탈철기가 연결되며 여기에 2개의 회수분말 저장용기가 장착된다. 회수분말 저장용기 장착부위 하부에는 각각 대저울(platform scale)이 설치되어 용기에 공급되는 분말의 중량을 측정한다. 어느 한 용기로의 분말의 공급량이 설정값에 도달하면 자동으로 설비가 정지한다.	안전관리를 위한 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인
23	Ⅱ-C-9	(신설)	3.4 공통 설비 3.4.1 질산희석조(Nitric acid dilution tank) 질산희석조는 각 단위공정에 질산을 공급하기 위한 설비로, PE 재질의 원통형 탱크이다. 이 탱크는 고농도 질산을 공급받아 순수 또는 환류된 여액응축수와 혼합하여 각 단위공정에서 사용하는 저농도 질산을 제조한 후 각 설비에 공급한다. 질산과 순수의 배합비는 투입되는 각 유체의 액위로 조절한다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 각 설비로의 질산 공급을 위한 이송펌프가 설치된다.	추가된 보조설비에 대한 설명을 적절하게 기술 동 설비에는 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지 등 안전관리에 필요한 조치를 적절히 하였음을 확인

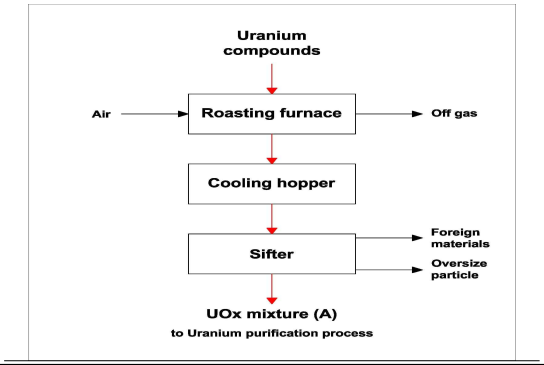
관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			3.4.2 여액응축수 저장조(Filtrate condensate storage tanks) 및 질산암모늄 저장조(AN solution storage tanks) 각각 여액증발조에서 증발 후 응축된 응축수와 증발조의 잔류분(residue)을 최종 처리하기 전 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 각 저장조의 액위는 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 이송펌프가 설치된다. 3.4.3 AN 오수저장조(AN sump tank) 및 불순 슬러리 필터(Sump slurry filter) AN 오수저장조는 AUH 재변환공정에서 유체가 누설될 경우 이를 임시 저장하는 설비로, STS304 재질의 slab형 탱크이다. 3층의 설비에서 누설되는 유체는 중력으로 이송되며, 1층 및 2층의 설비에서 누설되는 유체는 별도의 펌프로 이송되어 저장된다. 오수저장조에 저장되었던 유체는 결정화반응기에서와 동일한 방식으로 AUH 슬러리로 제조되어 불순 슬러리 필터에서 여과된다. 여과 후 여액은 진공서지탱크를 거쳐 화학처리공정으로 이송되며, cake는 분말전처리공정에 투입된다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시하며 반응 가스의 투입량은 유량계로 감시한다. 주변기기로는 상기 오수 수집 펌프, 이송펌프, 유체의 가열을 위한 열교환기, 소량 누출 유체의 수동 투입을 위한 보조필터가 설치된다. 3.4.4 비오염 오수저장조(U-free sump tanks) 비오염 오수저장조는 우라늄이 없는 폐액(2.4.3, 3.4.2, 3.4.3) 또는 질산 등 우라늄이 없는 유체가 누설될 경우 이를 임시 저장하는 설비로, STS304L 재질의 원통형 탱크이다. 누설된 유체는 별도의 펌프로 이송되어 저장된 다. 용액의 저장량은 레벨전송기, 레벨스위치, 레벨게이지로 감시한다. 주변 기기로는 상기 오수 수집 펌프와 이송펌프가 설치된다.	
24	Appendix A	(도면번호 UPC-CDW001)	(도면번호 UPC-CDW028~033 으로 대체)	설비 추가에 따른 도면번호 수정
25	Appendix B	(도면번호 UPC-ADW001~006)	(도면번호 UPC-ADW010~012 로 대체)	설비 추가에 따른 도면번호 수정
26	Appendix C	(핵임계 해석 보고서 : 우라늄정제공정)	(핵임계 해석 보고서 : AUH재변환공정 등)	신규공정 추가

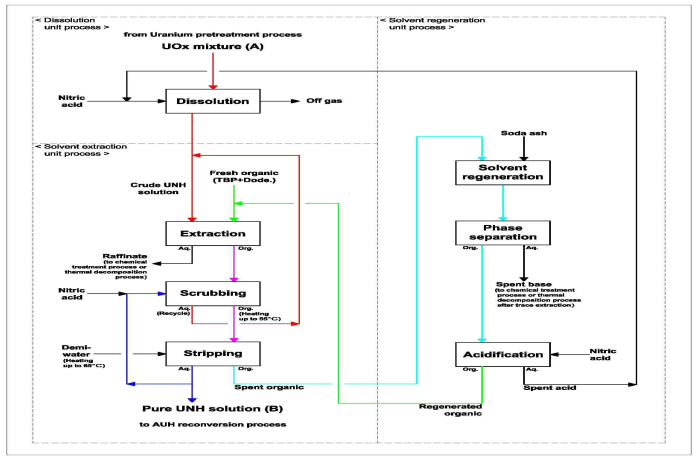
참고 1-2 KNF 핵연료 1공장 기술 능력 설명서 전·후 변경 비교표 및 검토의견

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
1	2-8	(신설)	하. 대입도 암모늄우라네이트수화물(AUH) 결정 및 그 제조 방법과 장치 특허번호 : 1793193 특허종료일 : 2036. 11. 22. 내용 : UN 용액에 반응기체 주입시 반응속도를 제어함으로써 생성되는 AUH 결정의 입경을 제어하는 공정. 이 방법으로 ADU의 100배 이상의 입경을 갖는 AUH 결2-정을 제조할 수 있으며, 여액 중 우라늄 농도를 1 ppm 미만으로 조업이 가능. 거. 모듈형 추출탑 특허번호 : 1777228 특허종료일 : 2036. 8. 5. 내용 : 추출탑을 모듈 형태로 제작하여 제한된 공간 안에서 설치, 이설, 구조변경을 용이하게 함. 너. 압력 평형을 이용한 액-액 추출탑의 계면 제어장치 특허번호 : 1710906 특허종료일 : 2036. 7. 25. 내용 : 추출탑의 일측에 추출탑과 나란한 수주를 설치하여, 추출탑과 수주 간의 압력 평형을 이용하여 추출탑 탑정부에 형성되는 연속상-분산상의 계면 높이를 일정하게 유지하는 장치. 더. 맥동공급장치를 구비한 맥동탑 특허번호 : 1736168 특허종료일 : 2036. 7. 28.	신규로 추가설치하고자 하는 공정과 관련된 특허 7건을 적절히 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			내용 : 맥동탑 탑체 내부의 패킹보다 높은 위치에 설치된 다이어프램 펌프를 맥동탑의 탑저부에 연결하여 맥동을 공급하는 방법. 러. 유동층반응장치를 이용한 원자력연료용 이산화우라늄의 제조 방법 특허번호 : 1821617 특허종료일 : 2037. 8. 16. 내용 : AUH 등의 화합물을 유동층반응기에 넣고, 반응가스를 가스챔버에 채웠다가 유동층반응기에 일정 주기로 공급하여 반응시켜 UO_2를 제조하는 방법 머. 분광기를 이용한 우라늄산화물(UOx)의 소결밀도 분석방법 특허번호 : 1954340 특허종료일 : 2036. 8. 9. 내용 : 생산된 AUH의 색도를 분광기로 측정하고 이를 표준 AUH 색도 데이터와 비교하여 소결체 제조공정 투입 전에 우라늄산화물의 소결밀도 분석. 버. 분광기를 이용한 우라늄산화물(UOx) 소결체용 분말의 소결밀도 예측 방법 특허번호 : 1986278 특허종료일 : 2036. 8. 9. 내용 : AUH의 색도와 UOx 소결체의 색도를 비교한 표준 데이터를 이용하여, 생산된 AUH의 색도로부터 UOx 소결체의 소결밀도를 예측.	
2	2-11 ~ 2-28	3. 주요 기술자 약력 기술자(18명) 이력서	3. 주요 기술자 약력 (표: 배영문 외 6명)	기존 기술자들의 개인정보를 삭제하고 재직 중인 기술자 약력으로 현행화하여 기술

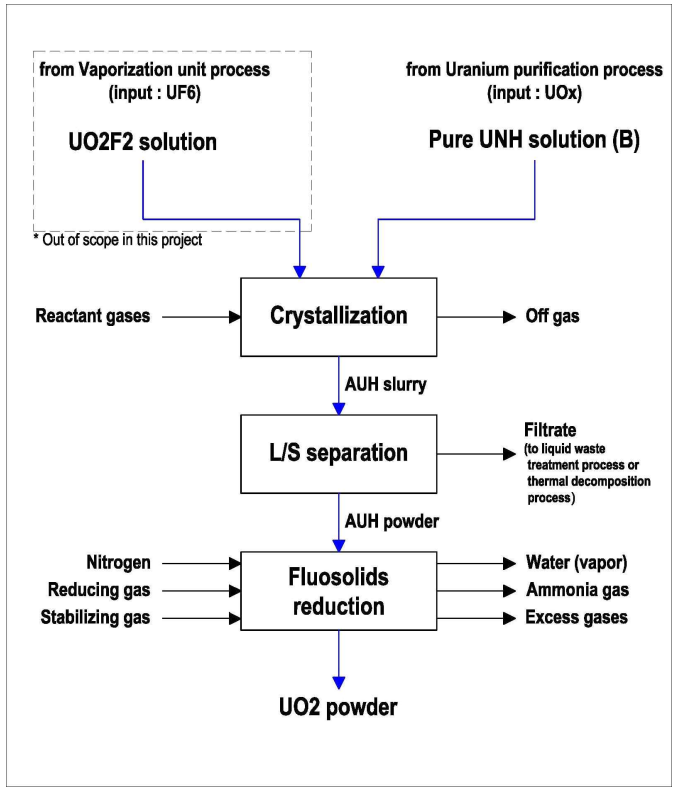
참고 1-3 KNF 핵연료 1공장 위치, 구조 및 설비기술, 가공방법에 관한 서류 전·후 변경 비교표 및 검토의견

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
1	3-82	1. 구조 및 설비개요 가. 설비의 규모 (생략) 나. 생산 제 1건물 총 건평이 13,234㎡(4,010평)로서 지하 1층, 지상 4층의 철근 콘크리트 골조, 옹벽 및 시멘트 벽돌 구조로 지역별 특성을 고려하여 보온, 금속판 및 적합한 페인트로 마감한다. 주요시설은 우라늄 분말 및 소결체 저장시설, 핵연료봉 제조시설, 핵연료 집합체 조립시설, 핵연료봉 및 집합체 저장시설, 방사성 폐기물 처리시설 및 기타 부속시설 등으로서 우라늄 분말을 원료로 한 소결체 제조, 핵연료봉 및 핵연료집합체 조립을 수행한다. (이하생략)	1. 구조 및 설비개요 가. 설비의 규모 (생략) 나. 생산 제 1건물 총 건평이 13,234㎡(4,010평)로서 지하 1층, 지상 4층의 철근 콘크리트 골조, 옹벽 및 시멘트 벽돌 구조로 지역별 특성을 고려하여 보온, 금속판 및 적합한 페인트로 마감한다. 주요시설은 우라늄 전처리 및 정제시설, 습식 재변환시설, 우라늄 분말 및 소결체 저장시설, 핵연료봉 제조시설, 핵연료 집합체 조립시설, 핵연료봉 및 집합체 저장시설, 방사성 폐기물 처리시설 및 기타 부속시설 등으로서 우라늄의 정제, 우라늄 분말 생산(습식), 우라늄 분말을 원료로 한 소결체 제조, 핵연료봉 및 핵연료집합체 조립을 수행한다. (이하생략)	신규로 설치하고자 하는 시설과 해당 시설의 운영목적을 적절하게 기술
2	3-137	(신설)	6. 우라늄 전처리공정  	신규로 설치하고자 하는 우라늄 전처리공정의 흐름도와 개요, 공정설명을 적절하게 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			1) 개요 우라늄 전처리공정은 다양한 형태의 우라늄화합물을 배소하여 핵연료 제조공정에서 재사용 가능한 분말상의 산화우라늄 혼합물로 제조하는 공정이다. 2) 공정설명 먼저 전처리할 우라늄화합물을 배소로(Roasting furnace)에서 공기를 공급하면서 가열하면 우라늄화합물은 조성에 따라 특정한 반응을 거쳐 산화우라늄 혼합물이 된다. 배소가 완료된 산화우라늄 혼합물은 진공이송 방식으로 냉각 호퍼로 이송되는데, 이송되는 과정에서 사이클론을 거치면서 무거운 고체상 이물질이 제거된다. 냉각 호퍼에 저장된 산화우라늄 혼합물은 다시 분말이송장치(Powder conveyor)를 통해 탈철기(Magnetic separator)가 장착된 체질기(Sifter)로 이송되며, 체질기에서는 사이클론에서 제거되지 않은 이물질이 걸러지며, 체질기를 통과한 분말은 탈철기에서 철 성분이 제거되고 회수분말 용기에 회수된다. 회수된 산화우라늄 혼합물은 우라늄 정제공정에 투입된다. 본 공정에서 제거된 이물질은 방사성폐기물로 처리된다.	
3	3-138	(신설)	7. 우라늄 정제공정  	신규로 설치하고자 하는 우라늄 정제공정의 흐름도를 적절하게 표현

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
4	3-139	(신설)	가. 용해공정 1) 개요 본 공정은 산화우라늄 혼합물을 질산에 용해하여 용매추출공정에 투입될 불순 UNH 용액(Crude UNH solution)을 제조하는 공정이다. 2) 공정설명 산화우라늄 혼합물은 분말 투입장치를 통해 질산이 담겨있는 용해조(Dissolver)에 일정량씩 투입되어 용해된다. 우라늄이 질산에 완전히 용해된 후에도 용해되지 않고 남는 불순물이 있는 경우 불순 UNH 여과장치(Crude UNH filtration unit)에서 슬러지로 배출되며, 제조된 용액은 불순 UNH 용액 저장조(Crude UNH solution storage tank)에 저장되었다가 용매추출공정에 feed로 투입된다. 나. 용매추출공정 1) 개요 본 공정은 용해공정에서 제조된 불순 UNH 용액에 선택성이 있는 유기용매(organic solvent)를 접촉시켜 우라늄을 추출하고, 다시 이 우라늄을 함유한 유기용매(loaded organic)에 순수(demi-water)를 접촉시켜 우라늄을 역추출하여 정제 UNH 용액을 제조하는 공정이다. 2) 공정설명 추출탑(Extractor)에는 수상(aqueous phase)으로 불순 UNH 수용액이 투입되고 유기상(organic phase)으로 순용매(fresh organic)가 투입되어 두 상(phase)이 향류로 이동하면서 접촉하여 수상 중의 우라늄이 유기상으로 추출된다. 추출 후 배출되는 수상(추잔상)과 유기상(우라늄 함유)은 각각의 중간저장조에 수집된	신규로 설치하고자 하는 우라늄 정제공정의 세부 공정에 대한 설명을 적절하게 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			후 후속 설비에 투입된다. 최초로 투입되는 순용매는 추출제인 TBP를 희석제인 도데칸에 희석한 것이며 별도의 혼합조에서 제조한다. 세정탑(Scrubber)에는 수상으로 질산 또는 질산과 정제 UNH 수용액을 혼합한 것이 투입되며, 유기상으로 추출탑에서 배출된 유기상이 투입되어, 유기상 중에 포함된 미량의 불순물이 다시 수상으로 추출된다. 세정 후 배출되는 수상과 유기상은 각각의 중간저장조에 수집된 후 후속 설비에 투입된다. 역추출탑(Stripper)에는 수상으로 순수(demi-water) 또는 희석된 질산이 투입되며, 유기상으로 세정탑에서 배출된 유기상이 투입된다. 이때 유기상 중의 우라늄이 수상으로 추출되어 정제 UNH 수용액이 생성된다. 생성된 정제 UNH 수용액은 중간저장조를 거쳐 정제 UNH 용액 저장조에 저장되며, 우라늄을 잃은 유기상은 용매재생공정에 투입된다.	
5	3-140	(신설)	다. 용매재생공정 1) 개요 본 공정은 용매추출공정에서 유기상 중의 TBP가 분해되어 생성된 불순물을 제거하여, 사용후 용매(spent organic)를 다시 용매추출공정에서 사용할 수 있도록 재생하는 공정이다. 2) 공정설명 용매재생기(Solvent regenerator)에는 사용후 용매와 소다회 수용액이 투입되어 교반된다. 이 과정에서 사용후 용매에 포함된 불순물은 소다회와 반응하여 유기상으로부터 제거된다. 용매재생기에서 혼합된 혼합물은 유수분리기(Solvent coalescer)와 이후의 중간저장조를 거치면서 상분리가 이루어지며, 분리된 유기상은 산도 조정 후 재생용매 중간저장조(Regenerated organic buffer tank)에 수집	신규로 설치하고자 하는 우라늄 정제공정의 세부 공정에 대한 설명을 적절하게 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			되었다가 순용매와 혼합된다. 용매 재생에 사용된 소다회 수용액(폐염기, spent base)은 별도의 추출탑에서 우라늄이 제거된 후 폐기되며, 산도 조정시 사용된 질산(폐질산, spent acid)는 용해공정의 초기용액으로 사용된다.	
6	3-141	(신설)	8. AUH 재변환공정  가. 결정화공정 1) 개요 본 공정은 우라늄 정제공정에서 생산된 정제 UNH	신규로 설치하고자 하는 AUH 재변환공정의 흐름도와 개요, 세부공정설명을 적절하게 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			용액으로부터 UO_2 분말을 제조하기 위해 용액 중의 우라늄을 중간 물질인 AUH 결정으로 만들어 침전시키는 공정이다. 2) 공정설명 우라늄 정제공정에서 정제된 UNH 용액은 정제 UNH 용액 저장조(Pure UNH solution storage tank)에 저장되어 있으며, 용액 중에 우라늄은 우라닐 이온 상태로 용해되어 있어 물리적인 방법으로 분리, 회수할 수 없으므로 화학 침전시켜 회수한다. UNH 용액을 결정화반응기(AUH crystallizer)에 투입하고 반응 가스(reactant gases)를 주입하면 용액 중의 우라늄은 AUH 결정을 형성하여 침전된다. 용액 중의 우라늄이 모두 AUH 결정으로 침전되면 이 슬러리를 고액분리공정으로 이송한다.	
7	3-142	(신설)	나. 고액분리공정 1) 개요 본 공정은 결정화공정에서 만들어진 AUH 슬러리를 고액분리하여 AUH 분말을 제조하는 공정이다. 2) 공정설명 결정화반응이 완료되면 AUH 슬러리는 AUH 필터로 보내진다. 필터에서는 먼저 AUH 결정과 여액(filtrate)을 분리한 후 증류수를 공급하거나 여액을 환류시켜 필터에 쌓여있는 AUH cake를 세척한다. 여액과 세척액은 진공에 의해 필터를 통과하여 여액은 여액저장조(Filtrate receiver tank)에, 세척액은 세척액 저장조(Washing solution receiver tanks)에 수집된다. 세척이 끝나고 세척액의 분리가 완료된 후 AUH cake는 트레이에 수집하여 건조기에서 건조하며, 이후 필요시 건조 분말 중의 응집된 덩어리를 분쇄기(Mill)로 분쇄한다.	신규로 설치하고자 하는 AUH 재변환공정의 세부공정에 대한 설명을 적절하게 기술

관리번호	Page	개정 전	개정 후	검토의견
			다. 유동환원공정 1) 개요 본 공정은 고액분리공정에서 만들어진 AUH 분말을 UO_2 분말로 제조하는 공정이다. AUH는 우라늄, 암모니아, 물을 포함한 화합물이며, 본 공정에서 이를 하소(calcination), 환원(reduction), 안정화(stabilization)를 거쳐 핵연료 제조공정에 투입 가능한 UO_2 분말로 만든다. 2) 공정설명 하소와 환원은 하나의 반응기에서 진행되며, 반응기로는 맥동유동층반응기(Pulsed fluidized bed reactor, PFBR)를 사용한다. 반응기에 AUH 분말을 투입하고 질소 분위기에서 가열하면 AUH가 분해되어 물과 암모니아가 기체 상태로 배출되며, 우라늄은 UO_3가된다. 하소가 완료된 후 온도를 유지하면서 환원 가스(reducing gas)를 투입하면 우라늄은 UO_2로 환원된다. UO_2는 불안정하여 대기중에 노출되면 공기중의 산소와 반응하여 빠르게 산화된다. 이를 방지하기 위해 입자 표면을 약간 산화시킴으로써 산화 피막을 만들어 주는데(passivation), 이를 안정화라 한다. 환원이 완료되면 가열과 환원가스 공급을 중단하고 안정기(Stabilizer)로 분말을 이송한다. 이송된 분말은 안정기 내에서 먼저 질소 분위기에서 냉각된다. 분말의 온도가 어느 이하가 된 후 안정화 가스(stabilizing gas)를 투입하면 입자의 표면이 천천히 산화되어 안정한 분말이 된다. 안정화가 완료된 분말은 진공이송 방식으로 회수하여 분말 호퍼에 일시 저장 후, 체질기로 과립분말을 제거하고 회수분말용기에 저장한다.	

〈 안건 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력안전과	
김기환 과 장	(02) 397 - 7281
김태윤 서기관	(02) 397 - 7302
한국원자력안전기술원 폐기물해체규제단	
안상면 단 장	(042) 868 - 0041
김병일 핵주기 PM	(042) 868 - 0850