

제 86 회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	보 고 사 항
보고일자	2018. 8. 9.	
공개여부	공개	

한전원자력연료(주) 제3공장
핵연료가공사업 허가 심사 결과

제 출 자	한국원자력안전기술원장
제출일자	2018. 8. 9.

목 차

I. 허가 개요	1
II. 심사 추진 경위	2
III. 설계 특성	3
IV. 심사 주안점 및 주요 개선사항	4
V. 분야별 세부 심사 현황	8
VI. 심사 결과 및 향후 계획	19
〈붙임〉 1. 원자력안전전문위원회 사전 검토 결과	
2. KNF 제3공장 건설·운영 필요성(KNF 설명자료)	
3. KNF 제3공장 주요 공정 및 설비현황	
〈별첨〉 1. KNF 제3공장 핵연료가공사업 허가 심사보고서	
2. 원자력안전전문위원회 사전 검토 결과 보고서	

1. 사업 개요

위 치	대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 242		
명 칭	(사업) 핵연료주기사업 중 핵연료가공사업 (시설) 원전연료가공시설 제3공장		
시설용량	(경수로원전연료) 세라믹공정 350 MTU/년 집합체공정 250 MTU/년		
건설기간	'14.10월 ~ '20.12월 : (부지정지 ~ 건물 준공)		
면 적	주건물 : 34,205 m ²	설계	한전원자력연료(주)
	부품동 및 부대시설 : 5,826 m ²		현대엔지니어링(주)
		시공/감리	향후 선정
건설운영	허가취득일 ~ '20.12월 : 건설 및 시설검사 (시운전 포함) '21.01월 ~ : 시설운영 (재변환/소결체/집합체)		

2. 심사 개요

- “원자력안전법 시행규칙” 제40조제2항에 따라 한전원자력연료(주) (이하 'KNF')가 제출한 서류*(총 11종)에 대한 적합성 심사

* ①방사선환경영향평가서, ②설계 및 공사방법에 관한 설명서, ③가공사업의 운영에 관한 품질보증계획서, ④기술능력에 관한 설명서, ⑤가공시설의 위치·구조·설비 및 가공방법에 관한 서류, ⑥안전관리규정, ⑦예비해체 계획서, ⑧사업계획서, ⑨가공시설의 공사계획에 관한 서류, ⑩정관 등 인허가 문서 10종 및 기타 제출 서류(⑪화재위험도분석)

< 법 제36조 핵연료주기사업 허가기준 >

- 핵연료주기사업을 수행하는 데에 필요한 기술능력의 확보
- 핵연료주기시설의 위치·구조·설비 및 성능이 기술기준에 적합하여 방사성 물질등에 따른 인체·물체 및 공공의 재해방지에 지장이 없을 것
- 핵연료주기시설의 운영으로 인하여 발생하는 방사성물질 등으로부터 국민의 건강 및 환경상의 위해 방지 법령 기준에 적합
- (예비)해체계획서 내용이 위원회 규칙으로 정하는 기준에 적합

◆ “원자력안전법” 제111조(권한의 위탁)에 따라 한국원자력안전기술원은 KNF 제3공장 핵연료가공사업 허가 신청서류(‘14.12)에 대해 안전 심사 수행

- 제3공장 핵연료가공사업 허가 신청 (‘14.12/KNF)
- 서류 적합성 심사(총 46건 보완) 결과(“적합”) KNF 통보 (‘15.06/원안위)
- 제3공장 핵연료가공사업 허가 본 심사 착수 (‘15.06/KINS)
- 1~4차(총 472건) 자료보완 및 질의·답변 (‘15.08~‘16.11/KINS ↔ KNF)
 - ※ 1차(217건, 세부질의 401건), 2차(146건 세부질의 236건), 3차(86건, 세부질의 128건), 4차(23건, 세부질의 36건)
- 예비해체계획서에 대한 심사 착수 (‘16.05.03)
 - ※ 핵연료가공사업 허가 신청 이후 예비해체계획서 제출을 반영한 원자력안전법 개정(‘15.01.20)에 따라 KNF에서 예비해체계획서 작성 및 제출
- 화재위험도분석보고서에 대한 심사 착수 (‘16.10.14)
 - ※ 화재위험도분석에 관한 기술기준(원안위고시 제2015-11호) 전면 개정(‘15.12.04)에 따라 KNF에서 화재위험도분석 재수행 후 개정 화재위험도분석보고서 제출
- KINS 원자력안전심의회 보고·접수 (‘17.09.26) 및 심의·의결 (‘17.11.24)
- 원자력안전위원회 보고 (‘18.01.25/7.26) 및 현장방문(3.15)
- 원자력안전전문위원회 보고 (‘18.05.14/06.07/07.05) 및 현장방문(6.18)
- 원자력안전위원회 정보공개센터 심사보고서 공개(‘18.7.20)
 - ※ 현장 확인·점검 수행 (총 4회)
 - 1) 부지정지 작업 이전에 구조물 배치 및 부지특성 현장확인(‘15.2.24)
 - 2) 지질특성 및 시추코어 현장 확인(‘16.2.23)
 - 3) 성토부 및 절토부 옹벽 현장 점검(‘17.5.31)
 - 4) 비탈면 보강 및 절토부 옹벽 현장 점검(‘17.7.27)

□ 주요 설계 현황

구 분		제1공장	제2공장	제3공장
가공사업 허가		1986년 9월	1995년 6월	-
시설검사 합격		1988년 10월	1997년 12월	-
상업가동		1988년 10월	1997년 12월	2021년 1월(예정)
생산량	재변환 (4조3교대)	-	600MTU	350MTU
	소결체 (3조3교대)	-	550MTU	350MTU
	연료집합체 (주간)	550MTU	-	250MTU
건물규모(연면적)		28,802m ²	22,214m ²	40,031m ²
우라늄 저장고 용량	UF ₆	240MTU	420MTU	667MTU
	분말	75MTU	60MTU	112MTU
	소결체	160MTU	-	259MTU
	집합체 (ACE7기준)	363MTU(784FA)	-	278MTU(600FA)
생산 연료 형태	WH	• ACE7 • HIPER17	-	• 1공장과 동일
	OPR1000, APR1400	• PLUS7 • HIPER16	-	• 1공장과 동일
공정 설계/기술 차이		<ul style="list-style-type: none"> • 재변환(폐쇄) • UO₂소결체(폐쇄) • Gd소결체 • 연료봉 • 집합체 • 부품 	<ul style="list-style-type: none"> • 재변환 • UO₂소결체 • 연료봉(없음) • 집합체(없음) • 부품(없음) • 중수로연료 	<ul style="list-style-type: none"> • 재변환 • UO₂소결체 • 연료봉 • 집합체 • 부품

□ 심사 주안점

- 원전연료가공시설에 대한 심층 심사
 - (부지특성) 경주 지진, 부지 인근 산업시설 및 교통(항공기 충돌) 위해도, 위험물질(폭발물) 등 잠재적 영향을 고려한 부지 특성 심사
 - (화재안전성) 화재위험도분석 관련 최신 기술기준 반영
- 원전연료가공시설에 대한 종합적인 심사
 - 각 시설 및 공정에 대한 임계해석을 통한 미임계 여부
 - 방사선관리구역, 방호설비 등 방사선안전관리 적합성
 - 건설에 따른 피폭선량, 운영에 따른 배출관리, 사고(화재 및 폭발) 및 사고에 따른 영향평가 시 환경상의 위해방지 등에 대한 관련 기준 만족 여부
 - 원전연료 취급시설의 하중 취급운전의 안전성 및 낙하사고에 대비한 책임계 안전성 유지
 - 비상전원 공급시설(부하용량 및 EDG) 적합성
 - 건설·운영 인력 확보 및 품질보증 업무 독립성 검토
 - 건설·운영 단계의 예비해체계획서 적합성 확인

□ 주요 개선 사항 (심사보완사항 반영)

○ 방사선환경영향평가

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 선량평가 대상 연령군 재분류(RER-방폐-5.1-1)	ICRP 60권고(1991)를 반영하여 기존 4개 연령군에서 6개 연령군으로 세분화하여 단일시설 및 다수시설에 대한 방사선영향평가를 수행하도록 개선

○ 설계 및 공사방법에 관한 설명서

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 부등침하 안전성 (설공-구조부지.I.C.5-2)	KNF 제3공장의 부지정지 작업 시에 수행되는 성토작업에 따른 구조물 건설 및 운영단계에서 발생하는 부등침하에 대한 안전성 확보 유무를 확인(상용원전의 경우 견고한 지반위에 건설되므로 부등침하 발생 우려가 일반적으로 없음)
2. 처리시설내 최대습분량을 고려한 책임계도 평가 (설공-안전-III.부록5-4, 5-5, 5-6)	Bi-cone, 혼합기, 균질혼합기에 대하여 홍수 또는 호우로 인해 완전 침수가 발생하지 않는다는 침수해석 평가결과를 제출하였으나 시설내 최대 습분량을 가정하고 이에 따른 책임계도 계산을 수행토록 요구
3. 분말저장설비 최대습분량을 고려한 책임계도 평가 (설공-안전-VI.부록3-1)	UO ₂ 분말저장고와 회수분말 저장고에 홍수 또는 호우로 인해 완전 침수가 발생하지 않는다는 침수해석 평가결과를 반영하여 시설내 최대 습분량을 가정하고 이에 따른 책임계도 계산을 수행하도록 요구
4. 전산코드 및 핵자료에 따른 편이 및 편이 불확실도 재평가(설공-안전-III.부록5-1)	임계해석에 사용된 불확실도에 대하여 통계적 불확실도를 포함하도록 하고 이를 계산결과에 반영하도록 요구

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
5. 기체 배출물 감시기 (설공-방폐-VIII-6.2-1)	시료채취 대표성과 관련하여 최신기술기준인 ANSI/HPS N13.1-1999를 적용하도록 요구하였으며, 유동해석코드(CFD) 및 시료이송률평가(DEPO2001a) 계산 코드를 통한 시료채취 위치의 대표성 검증 및 시료 이송 손실을 정량적으로 평가하도록 조치
6. 필수전원 공급설비인 디젤 발전기의 순차적 부하투입 (SAR-계측전기-5.4-1)	비상디젤발전기가 원자력발전소에 적용되는 기술기준(IEEE Std. 387) 및 NEMA MG-1에 따라 비상부하의 순차 투입시 요구되는 전압 및 주파수를 만족하도록 설계할 것을 요구
7. 무정전 전원공급시스템의 설계 적합성 (SAR-계측전기-5.4-3)	무정전 전원공급시스템 및 직류전원시스템이 원자력발전소에 적용되는 기술기준(IEEE Std. 485 및 IEEE Std. 519)에 따라 축전지 용량 및 인버터 사양을 가하도록 설계할 것을 요구

○ 기술능력에 관한 설명서

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 건설 및 운영에 대한 전체 참여인력의 세부 활용계획 (기술-품질-4.1-2)	원안위고시 제2014-33호(원자로시설의 설치 및 운영에 관한 기술능력설명서 작성에 관한 규정)에 따라 건설 및 운영 인력 중 유경험자(1,2공장)를 투입하는 경우 1,2공장에서 투입된 인력의 보충방안 및 보충인원의 기술능력을 확인할 수 있는 방안을 수립하도록 요구
2. 방사선 누출 관련 구조물 및 설비에 대한 시험 요원 자격 인증 절차 및 계획 (신규(3차)-기술-품질-4.1-1)	방사선 누출과 관련된 구조물 및 설비에 대한 방사선 관리 시설의 시험을 수행하는 인원의 기술능력을 포함한 자격인증 절차 및 자격인증계획을 수립하고, 세부 시험계획에 대한 자료를 제시하도록 요구

○ 가공시설의 위치·구조·설비 및 가공방법에 관한 서류

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 지진동 기술내용 수정 및 근거 제시(SAR-구조부지-3.6-2)	2016년 7월 울산 해역지진, 2016년 9월 경주 지진 등 최근 발생한 주요 지진들을 반영하도록 요구하였으며, 이를 고려한 안전정지지진의 적합성 확인
2. 주변 산업, 교통, 군사시설로 부터의 영향 기술내용 수정 (SAR-구조부지-2.1-2 및 3.2-1)	부지 인근의 산업시설 및 교통(항공기 포함) 이용 등에 의한 잠재적 재해 수준을 확인하고 인허가 대상 시설(KNF 제3 공장) 부지정지 과정의 발파작업 등이 인접 원자력이용시설(하나로 및 기존 핵연료 공장)에 미치는 영향 유무를 확인
3. 사면 및 옹벽의 안정성 (SAR-구조부지-3.6-4)	KNF 제3공장은 상용원전과는 달리 성토층위에 구조물이 배치 되므로 주변 사면 및 옹벽의 안정성 확보 유무를 확인

○ 예비해체계획서

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 부지조사 절차 적합성 (해체-방폐-3.3-1)	부지조사 단계에서 시정조치 지원조사(Remedial Action Support Survey)를 통한 제염의 적합성 조사 및 부지개방 여부를 위한 최종 상태조사(Final Status Survey) 내용이 누락 되어 이를 보완토록 개선

○ 화재위험도분석

제 목 (관련 질의 번호)	주요 개선내용
1. 화재위험도분석보고서 적합성(FHA-계통-2.1-1)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 방사성물질 누출가능성이 있는 지역은 3시간 등급의 내화 방벽으로 격리토록 개선 ○ 소방설비는 국가화재안전기준(NFSC)과 미국방화협회기준(NFPA)의 관련 요건을 만족토록 개선

1. 핵연료가공사업을 수행하는 데에 필요한 기술 능력

□ 건설·운영을 위한 기술 능력

- KNF 제3공장 증설사업 관련 현재 조직의 수행 업무, 상업운전 시 수행할 업무 및 담당자 선정, 제3공장의 건설 및 운전개시에 소요되는 인력, 상업운전 시 인력운영계획을 단계(건설 및 운영)별로 수립하고 있음을 확인
 - 건설단계는 종사인력의 현재 수행업무 및 기술능력, 향후 수행하게 될 업무 및 담당자 등을 고려하여 건설, 제조, 품질로 구분
 - 건설단계에서 운영단계로 전환하기 위한 인력운영 계획을 수립하고 있고, 운영단계에서는 생산관리, 세라믹, 경수로연료, 품질보증, 원자력안전으로 인력을 구분하여 운영할 예정

◆ KNF 제3공장 증설사업을 위한 참여인력의 수행업무, 기술능력 확보 및 인력운영 계획을 검토한 결과, 건설 및 운영에 필요한 기술능력을 확보하고 있음을 확인

2. 원전연료가공시설의 기술기준 적합성

□ 부지안전성

- KNF 제3공장 건설 예정부지의 광역지질(부지반경 320km) 및 부지지질(부지반경 8km), 지진동에 대한 조사결과를 검토한 결과, 부지의 안전성에 영향을 줄 수 있는 활동성단층 등의 특이한 지질 및 지진 현상은 없으므로 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 등 관련 요건을 만족함을 확인

- 부지가 포함된 지진지체구조구(옥천습곡대)의 최대지진(규모5.0) 및 부지와 가장 가까운 지진지체구조구(경상분지) 경계에서의 경주지진 유발단층에 의한 부지에서의 최대지반가속도는 안전정지지진동 (0.2g) 이하로 평가됨을 확인
- 또한 안전정지지진동의 연간 초과확률은 평균값에 대해 10^{-4} /년 수준이므로 기준치(10^{-3} /년) 이하임을 확인함

□ 구조물 건전성

- KNF 제3공장의 특성을 감안할 때 상용원전 내진범주 I급 및 II급 구조물에 해당하는 구조물은 없으나, 주요 구조물이 내진 범주 II급 구조물에 적용되는 설계기준의 요건을 만족하도록 하는 등의 조치를 취한 것은 적절함을 확인
- KNF 제3공장의 주요 구조물(주시설동 및 실린더저장고)은 내진범주 II급 구조물의 설계기술기준의 요건을 만족하며, 안전정지지진이 내진설계에 적절히 반영되었음을 확인

◆ KNF 제3공장 예정부지의 지질 및 지진 조사를 통해 부지 안전성에 영향을 주는 특이한 지질 및 지진 현상이 없음을 확인하였으며, 동 시설의 주요 구조물이 안전정지지진을 내진설계에 반영하도록 하는 등의 내진범주 II급 구조물 설계요건을 만족함을 확인

□ 임계 안전성

- 원전연료가공시설의 경우 핵임계 사고를 방지하기 위해서 설계 기준 사고 시 임계사고가 나지 않도록 설계시 고려되어야 함. 본 시설에서는 각 공정의 설계시 가능한 최대 농축도(U-235 존재비, 5 w/o)를 갖는 우라늄을 고려하여 모든 공정에 대해서 항상

미임계를 유지하도록 설계되었으므로 “원자로시설 등의 기술 기준에 관한 규칙” 등의 관련 요건을 만족

- 각 시설에 대하여 미임계 허용기준 완전침수조건(0.95) 및 최적 감속조건(0.98) 이하를 만족하고 있음
- 일부 완전침수를 적용하지 않은 시설에 대해서는 침수영향 평가를 수행하였으며, 해당 시설 내 최대 습분량을 고려한 임계계산을 수행한 결과 미임계 허용기준 0.95이하를 만족함을 확인함

□ 방사선 및 폐기물

- 방사선작업 종사자 보호를 위한 방사선 관리구역 및 제반 감시 설비가 “방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙” 제3조 (방사선 관리구역) 및 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제34조(방사선방호설비) 등 관련 규정을 만족함
- 기체 및 액체 방사성폐기물 처리계통은 KNF 제3공장 운전기간 중 발생하는 기체 및 액체 방사성폐기물을 배출기준¹⁾ 이하로 처리 할 수 있는 용량 및 성능을 갖추고 있어 “원자로시설 등의 기술 기준에 관한 규칙” 등 관련 요건을 만족함

□ 성형시설

- “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”에 따라 성형시설의 방사성물질 누출 안전성을 확인
- 방사성 물질이 포함된 분진이 발생할 가능성이 있는 설비에는 분진처리 설비가 설치되며, 누출에 대비하여 방사선 감시설비 및 온도 계측기 등이 설치될 예정임을 확인함

1) 원자력안전위원회 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)

□ 유틸리티공급시설

- “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”에 따라 기체(질소, 수소 등) 및 액체(공정용 냉각수, 순수 및 용수 등) 공급시스템의 안전성을 확인함
 - 기체공급시스템의 과압 및 누설에 대비하여 과압방지설비, 비상시 차단설비 및 기체 감시설비 등이 설치될 예정임을 확인함
 - 소결로 및 경납땜로에는 두 개 계열로 냉각수공급시스템이 설치되며, 공정에 필요한 순수, 용수 및 냉온수 등의 기타 액체도 충분히 공급될 수 있도록 설계됨을 확인함.

◆ KNF 제3공장 원전연료가공시설의 방사성 물질 누출 등에 대한 설계가 관련 기술기준을 만족함을 확인하였고, 유틸리티 공급 시설은 공정에 필요한 액체 및 기체를 적절히 공급할 수 있음에 따라 관련 기술기준을 만족하도록 설계됨을 확인

□ 화재방호계통

- “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제14조 등에 따라 화재 위험도 분석이 적절하게 수행되었으며 분석 결과도 적합함을 확인
 - 방사성 물질 누출가능성이 있는 지역은 3시간 등급의 내화방벽으로 격리
 - 소방설비는 방호공간의 화재특성을 고려하여 선정되었으며 각 설비는 미국방화협회(NFPA) 및 국가화재안전기준(NFSC)의 관련 요건을 만족하도록 설치 예정임
 - 방화지역(구역)별 가연성물질의 종류, 크기 및 화재하중 등이 적합하게 분석되었으며 분석결과도 관련 기준을 만족함을 확인함

◆ 화재방호계통은 임의의 지역에서 화재가 발생하더라도 외부로 방사성물질 누출이 최소화 될 수 있도록 관련 기술기준을 만족하여 설계됨을 확인함

□ 핵연료 취급장치

- “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제91조에 따른 연료 등 취급장치는 집합체 제조공정에서 사용되는 크레인 및 이송라인 I&II이며, 상기 연료 등 취급장치는 동 규칙 제91조의 요건을 만족함을 확인
 - 연료취급설비에 대한 산업기준인 ANSI/ANS 57.1-1992에서 요구하는 안전한 하중취급 운전을 위한 제한/안전장치가 설치되어 있어 핵연료 주기시설 안전심사지침서의 허용기준을 만족함을 확인함
 - 책임계도 계산 결과 검토를 통해 지진 등에 의한 집합체 낙하 사고 시에도 책임계 안전성 유지가 가능하다는 것을 확인함
 - UF₆ 실린더 저장고 저장구역에 설치되어 있는 크레인의 설계에 지진하중, 풍하중 등의 외적 요인이 고려되도록 요구하였으며, 기술시방서가 적합하게 개정되었음을 확인함

◆ 핵연료 취급시설은 안전한 하중취급운전을 위한 관련 산업기준에 따른 허용기준을 만족하도록 설계되었으며, 외적 요인에 의한 집합체 낙하시에도 책임계 안전성이 보장됨을 확인

□ 계측제어계통

- KNF 제3공장의 계측제어계통은 안전관리를 위한 표시장치, 경보장치 및 수동제어장치 등이 현장제어반 및 제어실에 설치되고, 계측제어설비의 교정 및 성능시험 계획이 적절히 수립되어 있으므로 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 등 관련 요건을 만족
 - 공정변수 및 기기 작동상태를 지시하는 표시장치와 동 공정변수가 설정치를 초과할 경우 운전원에게 알릴 수 있는 경보장치가 현장제어반 및 제어실에 설치됨을 확인함

- 안전관리를 위하여, 현장제어반에 비상정지스위치 및 수동전환 스위치 등의 수동제어장치가 설치되고, 제어실에서도 운전원 화면을 이용하여 수동제어가 가능함을 확인함
- 안전관리를 위한 계측제어설비의 성능시험 및 교정 절차서가 마련되어 있으며, 시험 및 교정 주기가 “원자로시설 등의 기술 기준에 관한 규칙”의 요건(성능시험 및 교정 주기: 각 1년)을 만족함을 확인함

□ 전력계통

- KNF 제3공장의 전력계통은 동 시설의 정상운전에 필요한 전력을 공급하기 위하여 수·배전 설비를 적합하게 갖추었고, 정상전원 상실시 안전 운전 및 정지를 위한 비상전원 공급설비를 적합하게 갖추었으므로 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 및 심사 지침서 등의 관련 요건을 만족함을 확인
- 공정설비에 전력을 공급하기 위해서 시설동 전기실에 22.9kV 수전반(상시 1회선, 예비 1회선)을 설치하여 정상전원 상실 시 자동 부하 절체장치를 통해 예비전력으로 전환되도록 설계하였고, 계전기 및 차단기 등 보호설비가 적합하게 설치되었음을 확인함
- 정상전원 상실시 비상디젤발전기가 자동으로 기동되어 30초 이내에 주요 공정설비, 환기설비, 필수조명 및 무정전 전원 공급장치 등에 전력을 공급할 수 있도록 충분한 용량의 비상 디젤발전기 2대가 설치되었음을 확인함
- 정상전원 상실 및 비상디젤발전기 기동 실패시에도 공급전원의 상실이 없이 컴퓨터, 필수제어계통 및 감시계통에 30분간 무정전 전원을 공급할 수 있는 직류전원(축전지)과 인버터 설비를 갖추었음을 확인함

◆ 가공시설의 정상 운전을 위한 계측제어 관련 설비가 설치되어 있으며, 해당 설비의 교정 및 성능시험 계획이 수립되어 있음. 또한 예비전력, 무정전 전원 및 비상전원 공급 관련 설비(EDG)의 설치를 통해 전원 상실시에도 충분한 전력을 공급할 수 있음을 확인

□ 환기시설

- 핵연료 주기시설 공기조화계통의 설계기준, 기능 및 안전특성이 상세하게 기술되어 있으며, 공기조화 계통에 대한 설계제한치가 포함되어 있음. 또한 핵연료 주기시설 내 공기 중 방사성 물질 방출을 제어하는데 적합하도록 설계되어 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제99조 등 관련 요건을 만족함을 확인
- 주시설동은 취급되는 우라늄의 물리적 형태, 부유허성을 기준으로 4개의 구역으로 구분하였으며, 우라늄 부유 가능성이 있는 구역-3,4는 DOE-HDBK-1169-2003(Nuclear Air Cleaning Handbook)에 따라 부압조건이 설정되었음을 확인함
- 주시설동 및 부품동에는 공기정화장치(AHU)를 설치하였으며, 우라늄 부유가능성이 있는 주시설동의 구역-3, 4는 2단계 HEPA 필터를 설치하여 방사성물질이 희석되어 여과되는 것을 확인함

◆ 환기시설은 가공시설 내 공기 중 방사성물질의 방출을 제어할 수 있도록 적합하게 설계되었으며, 특히 우라늄 부유가능성이 있는 지역은 부압조건 설정여부 및 HEPA 필터를 통한 여과기능을 확인

□ 품질보증 조직

- KNF 제3공장 증설사업 품질보증을 전담하는 품질보증처는 독립성을 유지(사장 직속)하고 있고, 업무 수행자의 권한과 책임사항이 적합하게 부여되어 있음을 확인

□ 품질관리

- 품질에 영향을 미치는 업무의 수행방법이 지시서, 절차서 또는 도면에 기술되어 있고, 수행여부를 확인하기 위한 검사계획이 적절히 수립되어 있음을 확인
- 동 시설의 재변환, 소결체, 부품, 연료봉, 골격체, 집합체 제조 공정은 기존 시설(제1, 2공장)의 공정과 유사하거나 같기 때문에 필요에 따라 이를 보완하여 품질관리 업무를 수행할 예정임을 확인

◆ 원전연료가공시설 안전에 중요한 구조물, 기기, 계통의 품질에 영향을 미치는 모든 품질보증 업무의 수행방법이 “원자력안전법” 제36조 제1항 및 동법 시행규칙 제34조(기술능력) 상의 기준을 만족함을 확인

3. 방사성 물질이 주변 환경에 미치는 영향

□ 건설시 운영 중인 주변 원자력시설로부터의 피폭선량

- (제3공장 건설시) 운영중인 주변 원자력시설로부터 건설 종사자가 받는 피폭선량은(5.48E-01mSv/yr) 일반인 선량한도(1mSv/yr) 이내임을 확인함

□ 정상 운전시의 피폭선량

- (제3공장 단일 운영시) 기체 및 액체 방출물로 인한 제한구역 경계(50 m)에서의 최대 개인피폭선량은 고시 제2016-16호(방사선 방호 등에 관한 기준)에 제시된 제한구역 경계에서의 법적 기준치 이내임을 확인함

표 1. 운영 중 기체/액체 배출물에 의한 최대 개인 피폭선량

항 목		계산결과	기준치	비율(%)
기체배출물에 의한 선량	입자상 방사성물질, H-3, C-14 및 방사성 옥소에 의한 인체장기 증가선량(mSv/y)	4.71E-04*	0.15	0.31
액체배출물에 의한 선량	유효선량(mSv/y)	1.73E-05*	0.03	0.06
	인체장기 증가선량(mSv/y)	5.37E-04*	0.1	0.54

(* 15세 연령군 평가결과)

- (주변 다수의 원자력시설 운영시) 기체 및 액체 방출물로 인한 최대 개인피폭선량(유효선량 1.57E-03 mSv/yr, 갑상선 2.57E-02 mSv/yr)은 고시 제2016-16호(방사선방호 등에 관한 기준)에 제시된 제한구역 경계에서의 법적 기준치 이내2)임을 확인함

2) 유효선량 0.63%(허용치 0.25mSv/yr) 및 갑상선 증가선량 3.42%(허용치 0.75mSv/yr)

□ 사고 발생시의 피폭선량

- KNF 제3공장의 모든 시설 및 계통에 대해 책임계 사고가 허용되지 않음³⁾을 확인하였으며, 최대 피폭선량을 가지는 소결공장의 폭발 및 화재로 인한 사고 시 피폭선량이 허용치 이하임을 확인
- 설계목표기준을 허용치(전신선량 250 mSv, 갑상선 3 Sv) 대비 10%로 설정하여 방사선방호 최적화 개념을 적용하였으며, 사고 후 2 시간 동안 제한구역경계(50 m) 및 부지경계(146 m)와 전 기간 저인구지역 외곽경계(400 m)에서의 피폭선량평가 결과가 설계 목표기준을 모두 만족

표 2. 사고 시 최대 개인 피폭선량 및 갑상선 등가선량

항 목		계산결과	설계목표기준	비율(%)	
소결공정 폭발·화재 사고	제한구역(50M)	전신피폭(mSv)	1.27E+01	25	5.08E+01
		갑상선등가선량(mSv)	2.19E-02	300	7.28E-03
	부지경계(146M)	전신피폭(mSv)	1.96E+00	25	7.84E+00
		갑상선등가선량(mSv)	3.37E-03	300	1.12E-03
	저인구 지대 외곽경계(400M)	전신피폭(mSv)	1.63E-01	25	6.54E-01
		갑상선등가선량(mSv)	2.81E-04	300	9.38E-05

◆ 방사성 물질이 주변 환경영향에 미치는 영향을 검토한 결과, 관련 요건*을 만족함을 확인

* 고시 제2014-11호(원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정), 고시 제2014-10호(원자로 시설의 위치에 관한 기술기준) 등

3) 각 계통별 사고 각 시설에 대해 충분한 안전여유도를 갖도록 설계(기하학적 안전성, 핵분열 물질 수량조절 및 농도통제, 감속재 등)하여 미임계 허용기준을 만족함에 따라 설계기준 사고 시 가공시설 내에서 책임계사고 미발생

4. 핵물질가공사업 해체계획서

□ 해체관련 사업관리

- (조직·재원) 해체를 위한 필요한 조직의 구성 계획이 적절히 제시되어 있고 해체비용평가 및 재원확보를 위한 주기적 갱신 계획이 기술되어 있음을 확인함.
- (전략·일정) 해체를 위한 전략이(즉시해체) 수립되어 있고 해체 일정 등이 적절히 기술되어 있음을 확인함

□ 해체 작업중 안전성 평가

- (해체 용이성) ALARA(방사성물질 누설 최소화) 원칙을 만족하고 해체 작업시 작업자의 접근성, 작업성(기기 철거를 위한 공간 확보) 등이 부합하도록 설계되어 있음을 확인함
- (폐기물 관리) KNF 제3공장 핵연료가공시설 운영 중 발생한 방사성폐기물 및 해체시 발생하는 폐기물 처리방안이 수립되어 있음을 확인함
- (방사선학적 특성) KNF 제3공장에서 취급하는 방사성 물질의 종류, 형태 및 특성이 세부공정 구역에 따라 적합하게 기술되었으며, 부지조사 단계별 수행내용이 적절히 기술되었음을 확인함
- (환경영향평가) 해체작업 중 발생하는 액체/기체 배출물로 인해 주변 주민들이 받게 되는 방사선학적 영향을 평가하기 위한 방법론은 관련 원자력안전위원회고시 제2015-08호(“원자력이용 시설 해체계획서 작성 등에 관한 규정”)에서 제시된 평가지침을 준수하여 수립될 계획임을 확인함

◆ 해체관련 조직, 전략 및 해체용이성, 환경영향평가 등이 관련 기술기준과 설계 조건을 만족함을 확인함

- 현재까지 KNF 제3공장 핵연료가공사업 허가에 대한 심사를 수행한 결과,
 - KNF 제3공장은 핵연료가공사업을 수행하는 데에 필요한 기술 능력을 확보하고 있으며,
 - 동 사업을 위한 원전연료가공시설의 위치·구조·설비 및 성능이 기술기준에 적합하고,
 - 원전연료가공시설의 운영으로 인하여 발생하는 방사성물질 등으로부터 국민의 건강 및 환경상의 위해 방지 법령을 만족함.
 - 또한 원전연료가공시설에 관한 예비해체계획서의 내용도 위원회 규칙으로 정하는 기준에 적합함을 확인함

- 향후, 원자력안전위원회 보고에 따른 검토결과를 반영, 원자력 안전위원회 심의·의결 추진

- ※ 붙임
1. 원자력안전전문위원회 사전 검토 결과
 2. KNF 제3공장 건설·운영 필요성(KNF 설명자료)
 3. KNF 제3공장 주요 공정 및 설비

□ 총 괄

○ 총 4회에 걸친 회의(현장방문 1회 포함)를 개최하여 KNF 제3공장 핵연료가공사업 허가 심사결과를 검토

- (1차 보고) 제51회 전문위('18.5.14) 보고안건으로 KNF 제3공장 허가 심사 현황 보고
- (2차 보고) 제52회 전문위('18.6.7) 보고안건으로 KNF 제3공장 허가 심사 결과 및 질의사항*에 대해 상세 보고

* ① 구조부지분야(부지안전성, 안전정지지진, 내진설계 등), ② 방사선·폐기물 분야(액·기체 방사성폐기물 배출, 동일부지 내 원자력관계시설 운영에 따른 피폭선량, 액·기체 배출 관련 안전관리규정 등), ③ 화재방호분야(소방시설 설계와 화재위험도분석 규제기준 및 검토 현황), ④ 사고해석 분야(UF₆ 및 불산 누출사고, 임계해석 등)에 대한 1차 보고 시 개별 위원 질의사항에 대한 상세 자료 제출

- (현장 방문) 핵연료가공사업 운영시설(제1공장 및 제2공장) 및 건설 현장(제3공장) 방문('18.6.18)을 통한 시설 및 부지 안전성을 현장에서 확인 후 개별 추가 질의사항*에 대해 상세 검토

* ① 침수영향평가(최대가능홍수량, 최대가능강수량, 기존 운영시설 영향 등), ② 사면안정성(조사/평가 방법 및 기준, 사면/옹벽 안정성, 장기적 안정성 확인 계획 등)에 대한 현장 질의답변 및 추가 검토회의('18.6.26, 박창근 위원)를 통한 심층 검토

- (3차 보고) 제53회 전문위('18.7.5) 보고안건으로 인·허가문서가 참조하는 사업자 상세 보고서*에 대한 상세 검토 후 KINS 심사보고서(안)에 대한 전문위원 검토의견 반영

* 침수영향평가보고서, 지반조사보고서, 수문확산평가보고서 등

□ 검토 결과

- 핵연료가공사업 허가를 위한 인·허가문서 10종 및 기타문서(화재 위험도분석보고서)에 대한 심사 결과가 원자력안전법 관계규정에서 정한 허가기준에 만족하는 것으로 평가
 - KNF 제3공장의 건설·운영에 필요한 조직, 업무, 인력운영 계획을 적절하게 수립하고 있음에 따라 핵연료가공사업을 수행하는 데에 필요한 기술능력을 확보하고 있음을 확인
 - 부지의 지질 및 지진 현상을 확인하여 안전정지지진을 반영한 주요 구조물의 건전성이 확보되었고, 핵임계 사고를 방지하는 설계를 통해 미임계가 유지되며, 운영 중 방사성물질의 누출을 감시하고 방출을 제어할 수 있도록 설계하는 등 시설의 위치·구조·설비 및 성능이 기술기준에 적합함을 확인
 - 건설/운영/사고 시 종사자 및 일반인의 피폭선량이 원자력안전법에서 정한 피폭선량을 만족함에 따라 시설 운영으로 인하여 발생하는 방사성물질 등으로부터 국민의 건강 및 환경상의 위해 방지 법령을 만족함을 확인
 - 해체 사업관리 및 안전성평가 등이 반영된 예비해체계획서가 적합하게 제출됨을 확인
- 원자력안전전문위원회의 검토 결과, 한국원자력안전기술원이 수행한 KNF 제3공장 핵연료가공사업 허가 심사 결과는 타당한 것으로 판단

□ KNF 핵연료 생산 규모

[단위 : Ton-U/년]

구 분	제1,2공장(기존)		제3공장(신규)	
	근무형태	생산능력	근무형태	생산능력
재변환	4조3교대	600	4조3교대	350
소결체	3조3교대	550	3조3교대	350
연료집합체	주간근무	550	주간근무	250
생산능력	550		250	

□ KNF 제3공장 필요성

- 現 생산능력(550Ton-U/년)을 초과하는 수요 예상으로 공급차질 우려

< 원전연료 연도별 수요량 > 기준 : 2017. 9월, 단위 : Ton-U

년도	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26	'27
수요량	560	728	541	684	752	685	569	639	636	467

※ 조건 : 신고리 5,6호기 이후 신규원전, 원전 수명연장, UAE외 해외수출 미반영

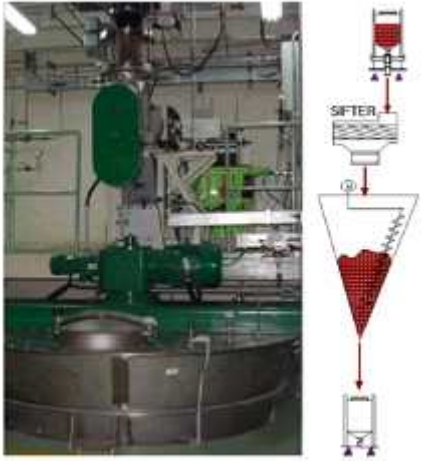





- 기존 1, 2공장 설비 노후화 등에 따른 Back-up 라인 필요
 - 약 30년 간 장기운영*에 따른 설비 보수 및 노후 장비 교체 등으로 장기간 생산 불가 시 Back-up 라인을 통한 원전연료 생산 필요

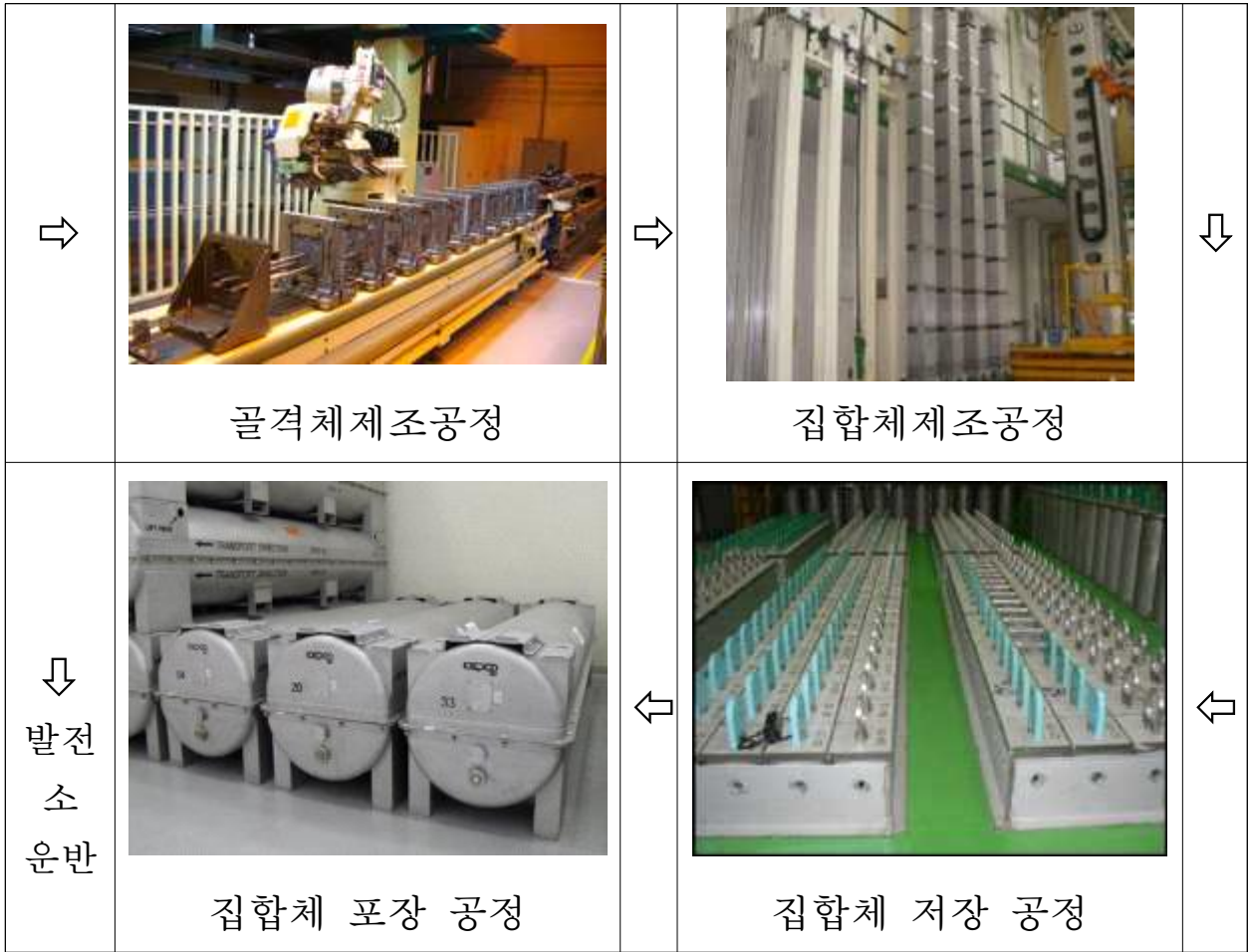
* 기존 경수로용 원전연료 가공시설 사업허가('86. 9)

- 향후 원전 및 원전연료 수출을 대비한 생산능력 확보 필요
 - 원전 및 원전연료 수출 추진 시 안정적인 공급능력 확보여부가 중요한 요건으로 수출역량 강화를 위해 생산 시설 증설 필요

※ 2개 호기 원전 수출 시 약100 Ton-U/년 추가 생산 능력 필요

I. 주요 공정 현황

<p>UO₂ 분말 ⇒</p>	 <p>균질혼합공정</p>	<p>⇒</p>  <p>분말준비공정</p> <p>⇓</p>
<p>⇓</p>	 <p>소결공정</p>	<p>⇐</p>  <p>압분공정</p> <p>⇐</p>
<p>⇒</p>	 <p>연삭공정</p>	<p>⇒</p>  <p>연료봉제작공정</p> <p>⇓ 뒷면</p>



II. 공정별 설계 현황

1 공통

인허가문서 요건	추가 문서
<ul style="list-style-type: none"> ○ KNF 제3공장 안전설계요건 <ul style="list-style-type: none"> ▪ “원자력안전법” 제35조(핵연료주기사업의 허가)에 따라 방사선환경영향평가서 등 인허가문서 10종 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자로시설에 준용 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 안전성분석보고서(SAR) 작성 및 제출 <ul style="list-style-type: none"> - 안전성 평가 및 사고 해석(발전소 해당 요건을 추가)

2 연료봉/집합체 공정

법적 요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리구역 설정 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 연료봉/집합체공정 구역은 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제51조(방사선관리구역 등에의 조치)에 따라 출입 관리가 이루어지도록 설계 ○ 핵연료물질의 취급 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 연료봉/집합체공정의 핵연료물질 취급 장치는 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제91조(연료등 취급 장치)에 따라 연료등이 임계의 우려가 없는 구조로 설계되며, 운전환경에 적합한 재질 및 안정적인 구조로 설계 ○ 비상전원 <ul style="list-style-type: none"> ▪ KNF 제3공장은 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제92조(비상전원 등)에 따라 상용전원 상실 시 해당 비상전원의 공급을 받도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 락커/디락커 물질 방어 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 인화성 물질인 락커/디락커 물질은 다중 방호벽을 통해 방호되도록 설계 (1,2차 방호벽) ▪ 락커/디락커 물질은 철제드럼에 밀폐 저장하여 옥외저장소에 저장하도록 설계 ▪ 가스감지기로 감지, 경보되도록 설계 ▪ 화재 발생 시, CO₂ 소화설비가 가동되도록 설계 ▪ 락커/디락커 크레인은 방폭형을 적용 ○ 고소 작업 위험성 제거 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4.5m의 집합체를 취급하는 집합체 이송 라인, 임시저장대 등의 공정을 PIT 내부에 설치하여 작업자의 지상 작업이 가능하도록 설계

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리구역 설정 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제51조 (방사선관리구역 등)에의 조치)에 따라 방사선 관리구역으로 설정 및 출입 관리 ○ 핵연료물질의 취급 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제91조(연료등 취급장치)에 따라 핵연료물질 취급장치는 임계 우려가 없고, 운전환경에 적합한 재질 선정 및 안정적 구조로 설계. 또한 충격으로 인해 용기가 파손되는 가상사고 가정, 사고해석을 통한 안전성 보증 ○ 비상전원 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제92조 (비상전원 등)에 따라 주요기기는 상용전원 상실 시 내연 기관을 원동력으로 하는 발전설비의 비상전원을 공급받도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중 방호벽 <ul style="list-style-type: none"> ■ 다중 방호벽에 의한 방호개념 적용 및 구획구분. 각 실은 취급 우라늄의 물리적 형태에 따른 부유허성을 기준으로 구분, 밀폐요건 및 환기요건 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 1차 방호벽 : 금속용기(UF₆실린더, UO₂분말저장용기) 및 생산기기 - 2차 방호벽 : 기기 주변 벽을 부압으로 유지, 방사능입자 확산방지 설계 ○ 환기계통 설계 <ul style="list-style-type: none"> ■ HEPA필터 포함 공기정화기(ACU)를 통한 배출(단일고장 대비 다중 구성) ○ 균질혼합기 및 혼합기 운전 중 산화 방지 <ul style="list-style-type: none"> ■ 스크류의 기계적인 마찰에 의해 기기 내부 온도가 약간 상승. 운전 중 최대 온도는 배출운전 종료시점으로 약 45°C, 운전 중 경보 및 자동정지 온도 60°C ■ 산화반응 발생(발화) 가능 온도인 150°C 대비 충분한 여유를 갖도록 설정 ■ 분말혼합 적용 기기 내부 질소분위기 운전, UO₂분말 확산/산화반응 방지

법적 요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리구역 설정 <ul style="list-style-type: none"> ■ 소결체 공정 구역은 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제51조(방사선 관리구역 등)에 따라 방사선 관리구역으로 설정되어 출입관리가 이루어지도록 설계 ○ 핵연료물질의 취급 <ul style="list-style-type: none"> ■ 소결체공정의 핵연료물질(UO₂ 소결체) 취급장치는 연료 등의 임계의 우려가 없는 구조로 설계되며, 운전환경에 적합한 재질 및 안정적인 구조로 설계 ○ 비상전원 <ul style="list-style-type: none"> ■ KNF 제3공장은 “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제92조(비상전원 등)에 따라 시설에 연계되는 송전선의 전원 공급이 정지된 경우에 운전상 안전을 위하여 필요한 장치의 기능을 유지할 수 있도록 내연기관을 원동력으로 하는 발전설비를 갖추고 있으며, 소결로 냉각 루프는 상용전원 상실 시 해당 비상전원의 공급을 받도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중 방호벽 <ul style="list-style-type: none"> ■ 소결체공정은 다중 방호벽에 의한 방호 개념을 적용(1,2차 방호벽) ■ 작업자 체내 피폭량 감소 및 방사선 관리구역의 Airborne 농도 관리를 위해 공정 중 발생하는 우라늄 분진을 효율적으로 연속 포집할 수 있도록 설계 ○ 누출감시 및 대책 <ul style="list-style-type: none"> ■ 소결로의 분진 발생 및 반응생성물의 확산방지를 위해 입·출구 및 상부에 각각 후드를 설치하여 배기계통을 통해 배기시키도록 설계 ■ 잔류 수소가스 및 반응생성물은 노 외부 연소장치에 의해 연소되도록 설계 ■ 수소가스 감시기 및 LNG 감시기를 설치하여 경보가 발생되도록 설계 ■ 수소가스 분배관에는 유량제한 오리피스 를 설치하여, 배관이 파단되는 최악의 경우에도 누출되는 수소의 양이 최소화 되도록 설계 ○ 공정 설비 안전성 확보 <ul style="list-style-type: none"> ■ 분말 공급장치 진동체의 이중 고정(용접 및 Wiring) 및 소결보트 교정장치 수작업의 자동화(보트가열 및 압축교정 자동화) 등 공정장비 설비 개선을 통하여 작업자 안전성이 확보되도록 설계

5

UF₆ 저장고

법적 요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관리구역 설정 <ul style="list-style-type: none"> ▪ UF₆ 저장고는 “원자로시설 등의 기술 기준에 관한 규칙” 제51조(방사선관리 구역 등)에 따라 방사선관리 구역으로 설정되어 출입관리가 이루어 지도록 설계 ○ 핵연료물질의 취급 <ul style="list-style-type: none"> ▪ UF₆ 실린더는 “원자력안전법” 제76조(운반용기의 설계승인) 및 동법 시행령 제112조(운반용기의 설계승인)에 따라 설계 승인된 용기 사용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내진설계 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 실린더저장고 저장구역 바닥구조물 및 옥외 겐트리크레인은 ‘내진범주II’를 적용하여 안전성 강화

6

폐기물 처리공정

법적 요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 방사성폐기물처리설비 설치 <ul style="list-style-type: none"> ▪ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제32조(방사성폐기물의 처리 및 저장 시설 등), 제88조(폐기물 처리 설비)에 따라 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 액체폐기물 방사능농도 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 액체폐기물 처리 공정 개선으로 배출수의 방사능농도를 MDA(0.002Bq/ml) 수준으로 낮추어 환경에 미치는 영향을 최소화 함.(법적 기준치 : 0.08Bq/ml)

법적 요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 인위적 사고에 의한 영향 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제8조(인위적 사고에 의한 영향)에 따라 KNF 제3공장이 위치하는 곳이 장애가 없다고 인정됨을 확인 ○ 다수기 영향평가 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제10조(다수기 건설)에 따라 평가 ○ 방사선방호설비 설치 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제34조(방사선방호설비)에 따라 설계함. 또한 방사성물질로 오염된 경우 이를 제거 및 제한하기 위해 환기설비를 갖추도록 설계 ○ 기체폐기물 관리 <ul style="list-style-type: none"> ■ “방사선방호등에 관한 기준” 제6조(배출관리 기준)에 따라 핵물질가공시설 배출 기체에 대한 실시간 방사능감시 수행 ○ 임계안전 관리 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제99조(핵연료주기시설의 운전)에 따라 핵물질 취급 주요 공정에 대한 실시간 임계경보 감시기 운영 ○ 작업자 방사능 오염 관리 <ul style="list-style-type: none"> ■ “방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙” 제3조(방사선관리구역)에 따라 방사선관리구역 퇴실 시 신체 및 의복 오염 측정 후 법령 기준치 이하 만족 시 퇴실 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배기구 방사능 감시기 연동 환기설비 <ul style="list-style-type: none"> ■ 배기구 방사능오염 측정 기준치를 초과할 경우, 환기설비가 자동으로 차단되며 배기구 방사능감시 정보를 규제기관으로 실시간 전송 ○ 임계경보감시기 <ul style="list-style-type: none"> ■ 핵물질 취급 주요 공정 임계 정보(공간 방사선량률)를 규제기관으로 실시간 전송 ○ 공정별 책임계사고 방지 원리 적용 <ul style="list-style-type: none"> ■ 기하학적 안전성 ■ 핵분열물질의 수량조절 ■ 감속재의 통제 ■ 농도의 통제

법적 요건	추가 설계
<p>○ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제4조(지질 및 지진) 준용</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 부지반경 8km에 대해 지질조사를 수행하였고, 평가결과 부지 안전성에 영향을 줄 수 있는 위해요소는 없는 것으로 평가 ■ 기초지반특성 조사결과 및 적용 기술 기준을 근거로 구조/내진/기초설계의 안정성 입증 ■ 본 시설은 지진 또는 지각의 변동이 일어날 가능성이 희박한 것으로 평가 되었으며, 주변의 지표면이 붕괴 되거나 함몰될 가능성이 없고, 경사면과 지반이 안정되게 부지 조성 	<p>○ 내진설계</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 설계지진으로 RG 1.60 응답스펙트럼을 적용함(국내 기준에 비해 지진증폭 특성이 큼) ■ 지진재해도 분석을 통하여 최대잠재 지진에 의한 부지의 수평지반가속도 0.145g를 도출하였으며, 보수적인 설계를 위해 설계지진을 수평가속도 0.2g로 결정 ■ 핵연료주기시설에 대한 부지 사면 및 옹벽에 대한 안전율은 별도의 규정이 없어 국토부 규정(안전율 1.1)을 적용 하였으나, 2016년도 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙이 개정됨에 따라 안전율 1.2 적용 <p>○ 내화구조 인정시험 기준 강화, KS → ASTM 적용</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 콘크리트 벽체, 콘크리트 블록, 방화문, 방화댐퍼의 내화시험 기준에 주수시험(Hose Stream Test)을 포함 하는 ASTM시험 기준을 적용하여 내화구조 안정성 강화함

9

전기

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련법규 및 기술기준 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제92조(비상전원 등) 준용 <ul style="list-style-type: none"> - 핵연료주기시설에 연계되어 있는 송전선 및 상시 사용되고 있는 발전기로부터의 전원공급이 정지된 경우에는 운전상 안전을 위하여 필요한 장치의 기능을 유지할 수 있도록 내연기관을 원동력으로 하는 발전설비 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발전설비 용량 증대 <ul style="list-style-type: none"> ■ 필요 용량: 1498kW(기준 여유율 적용) ■ 설계 용량: 1600kW 적용 ■ 공급 개소 : 관리구역의 부압 유지용 FAN, 필수조명 및 배수펌프 등 총 37곳

10

계측

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련법규 및 기술기준 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제99조(핵연료주기시설의 운전) 준용 <ul style="list-style-type: none"> - 핵연료주기시설 중에서 환기설비·방사선 측정기 및 비상용장치는 상시 그 기능을 발휘할 수 있도록 유지할 것 ■ “원자력안전법 시행령” 제68조(핵연료주기시설 운영에 관한 안전조치) 제1항 제4호(핵연료주기시설의 안전운전에 관한 조치) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환기설비 및 비상용 장치 기능 유지 <ul style="list-style-type: none"> ■ 상용전원 상실 시에도 운전이 요구되는 환기계통, 배수펌프 및 필수조명 설비 등에 대한 대응 시간의 기준은 없으나 원자력발전소에 준하여 30초 이내에 전력공급이 가능하도록 설계 ■ 무정전 전원공급 설비를 적용해 상용전원 상실 시에도 계측제어기기 및 자동화재탐지설비가 무정전으로 운전되도록 설계

11 가스설비(유틸리티)

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 가스 공급계통 설계 <ul style="list-style-type: none"> ■ 가스 공급계통(수소, 질소, 아르곤 등)은 “고압가스 안전관리법 시행규칙” 별표8 고압가스 저장, 사용의 시설, 기술, 검사 기준에 따른 시설기준 및 기술기준에 적합하도록 설계 ■ LNG 공급계통은 “도시가스사업법 시행규칙” 별표7 가스사용 시설의 시설, 기술, 검사기준의 요건을 만족하도록 설계되며, 동 기준에 따른 정압기 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 긴급차단장치 <ul style="list-style-type: none"> ■ 수소가스 및 LNG는 공급모관에 긴급 차단밸브를 설치하며, 제어실 및 현장에서 폐쇄 할 수 있도록 설계 ○ 고압가스 배관 기술 기준 강화 <ul style="list-style-type: none"> ■ KS → ASME 및 ASTM 적용 ○ 수소가스 공급 계통 설계 강화 <ul style="list-style-type: none"> ■ 수소가스 주 공급관의 분기관을 옥외에 설치하여 관의 파손시 누출되는 가스량을 감소하여 폭발압력 감소

12 환기설비

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부압유지 <ul style="list-style-type: none"> ■ 방사선 관리구역은 오염정도에 따라 분류하고, 오염된 공기가 오염이 낮은 구역에서 높은 구역으로 흐르도록 구역별 부압조건을 설정하여 설계 ○ 오염된 공기 처리 <ul style="list-style-type: none"> ■ 방사선 관리구역의 오염된 공기는 공기 여과기를 거쳐 여과된 후 Stack을 통해서만 외부로 배출됨. Stack 이외의 다른 곳을 통해 여과되지 않은 오염된 공기가 외부로 유출되지 않도록 방사선 관리구역 내부는 상시 부압을 유지하도록 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중화 <ul style="list-style-type: none"> ■ 환기계통의 운전 중인 기기(송풍기/공기 여과기 등)에 이상 발생 시 예비 기기가 운전되도록 다중화 설계 ○ 이중 여과 <ul style="list-style-type: none"> ■ 방사성 오염도가 높은 일부 구역의 오염된 공기는 Stack을 통해 외부로 배출 전 1차적으로 해당 실의 여과기(HEPA필터)에서 여과 후, 2차적으로 공기여과기실의 여과기(전처리필터+중성능필터+HEPA필터)를 거쳐 외부로 배출되도록 설계 ○ 방사성 물질 외부 유출 차단 <ul style="list-style-type: none"> ■ Stack 전단에 차단댐퍼를 설치하여 일정 이상의 방사능 감지 시 팬의 작동 정지 및 댐퍼 자력으로 배기를 차단하도록 설계

법적요건	추가 설계
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관련법규 및 기술기준 <ul style="list-style-type: none"> ■ “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제14조(화재방호에 관한 설계기준 등) 준용 ■ “화재위험도분석에 관한 기술기준” 제2장 원자로시설 화재방호 설계기준에 따라 설계(안전정지 기능 제외) ■ NFPA 801, Standard for Fire Protection for Facilities Handling Radioactive Materials ○ 화재예방 설계기준 <ul style="list-style-type: none"> ■ 각 방화구역 별 내화구조체를 적용하여 타 지역으로의 화재가 확산되지 않도록 설계 ■ 가연성물질이 상존하는 지역에는 점화원이 격리되도록 설계 ■ 화재위험도분석을 통하여 폭발, 화재 등의 확산 제한의 건전성 확인 ○ 소방시설 설계기준 <ul style="list-style-type: none"> ■ 전용 소화저수조를 신설하여 소화수 공급에 문제가 없도록 설계 ■ “소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률”에 따라 “국가화재안전 기준”을 준용하여 설계 ■ 소화수 공급설비, 공급배관, 스프링클러 등은 NFPA CODE에 따라 보다 보수적인 조건에서 계통 설계 ■ 각 방화구역 별 적정 화재감지기와 소화계통 설계 ○ 화재위험도분석보고서의 작성 및 구성 <ul style="list-style-type: none"> ■ 화재위험도분석을 수행하여 각 설비 및 소방시설에 대한 건전성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소방시설 및 내화구조물 설계강화 <ul style="list-style-type: none"> ■ 옥내·외 소화전에 공급되는 소화수 (1,900 lpm)는 원전과 동등한 수준으로 설계됨 ■ 내화구조물(내화방벽, 방화문, 방화댐퍼, 관통부밀봉재 등)의 내화성과 관련하여 원전과 동등한 3시간 이상의 내화 성능을 확보함. ○ 책임계 사고 방지 <ul style="list-style-type: none"> ■ 책임계 사고가 발생 가능한 지역에는 수계 소화설비를 배제하고 다른 소화설비(CO₂ 약제 등)를 적용하여 물로 인한 책임계 사고 유발을 방지하도록 설계

〈 안전 담당자 〉

한국원자력안전기술원 방사선규제단	
장재권 단장	(042) 868 - 0593
지용기 PM	(042) 868 - 0790