KINS

KINS/AR-901,
Vol.11

한국원자력연구원 핵연료가공사업
연구용원자로 연료가공시설

2020년도 제17차
정 기 검 사 보 고 서

(현장검사기간 : 2020.06.08.~2020.07.03.)

2020. 07.

한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공백)

KINS

KINS/AR-901,
Vol.11

한국원자력연구원 핵연료가공사업
연구용원자로 연료가공시설

2020년도 제17차
정 기 검 사 보 고 서

(현장검사기간 : 2020.06.08. ~ 2020.07.03.)

2020. 07.

한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공백)

제 출 문

원자력안전위원회위원장 귀하

본 보고서를 “한국원자력연구원 핵연료가공사업 연구용원자로 연료가공시설(새빛연료동) 2020년도 제17차 정기검사보고서”로 제출합니다.

2020년 7월

한국원자력안전기술원장

(공백)

검 사 참 여 자

검 사 단 장 :	폐기물해체규제단장	안상면
검 사 총 괄 :	핵주기PM	김병일
분야별책임자 :	월성규제실장	조영식
	안전해석실장	오덕연
	계통평가실장	김종갑
	방사선평가실장	이관희
	환경방사능평가실장	장병욱
검 사 원 :	(현장) 우승웅, 김미경, 정진석, 박지경, 김성일, 송명섭, 민재성 이상국, 채규한 (본부) 한범석, 최동원, 이상화, 조두호, 김병수, 이호진 (총 15명)	
검 사 원 보 :	김경미, 정건희 (총 2명)	
전문위원검토 :	전문위원실장 김인구 전문위원 양채용, 김용범, 민복기, 이세열, 박현신, 이동명	
검 사 기 간 :	2020년 06월 08일 ~ 2020년 07월 03일 (26일간)	

목 차

Ⅰ. 종합의견 및 결론 ····· 1

Ⅱ. 검사경위 ····· 2

Ⅲ. 검사항목 및 검사자 ····· 2

Ⅳ. 검사결과 ····· 5
1. 핵연료성형시설 ····· 5
2. 핵연료저장시설 ····· 8
3. 방사성폐기물처리 및 저장시설 ····· 10
4. 방사선관리시설 ····· 12
5. 비상전원공급시설 ····· 22
6. 화재방호시설 ····· 27
7. 환기시설 ····· 30
8. 부대시설 ····· 34

Ⅴ. 향후 후속조치가 필요한 사항 등 ····· 36

Ⅵ. 투입인력 ····· 36

부록 1. 정기검사 권고사항표 ····· 38
부록 2. 중점검사항목 검사결과 ····· 41

(공백)

I. 종합의견 및 결론

검사기간		2020.06.08 ~ 2020.07.03 (26일간)	검사자	폐기물해체규제단장 외 23인
지 적 사 항	중요(0건)	· 없음		
	일반(0건)	· 없음		

한국원자력연구원 핵물질가공사업 연구용원자로 연료가공시설(새빛연료동)의 제17차 정기검사에서는 총 24명이 참여하여 원자력안전법 제37조(검사), 원자력안전법 시행령 제58조(정기검사) 및 원자력안전법 시행규칙 제43조(준용규정)에 따른 동 시행규칙 제35조(정기검사)에 따라 총 8개 검사대상시설의 성능에 대하여 14개 검사항목에 대한 검사를 수행함.

검사결과, 핵물질가공사업 연구용원자로 연료가공시설(새빛연료동)에 대한 정비·점검 및 시험이 관련 규정 및 절차에 따라 적절히 이루어졌으며, 동 시설의 성능이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 내지 제95조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인함. 다만 검사과정에서 2건의 권고사항이 도출되어 시정조치를 요구함.

따라서 한국원자력연구원의 연구용원자로 연료가공시설은 (1) 원자력안전법 제36조의 규정에 의한 기술기준에 적합하게 운영되고 있고, (2) 연구용원자로 연료가공시설의 성능이 원자력안전법 시행령 제55조의 규정에 따른 시설검사에 합격한 상태로 유지되고 있으므로 원자력안전법 시행령 제58조의 정기검사 합격기준을 만족하였음.

II. 검사경위

○ 정기검사 신청공문 접수 (원안위→KINS) : 2020.05.08.
○ 정기검사 계획서 제출 (KINS→원안위/KAERI) : 2020.05.28.
○ 검사전회의 개최 : 2020.06.08.
○ 정기검사 업무 수행 : 2020.06.08. ~ 2020.07.03.
○ 검사후회의 개최 : 2020.07.07.

Ⅲ. 검사항목 및 검사자

1. 검사단 조직 (총24인)

○ 검사단장	: 폐기물해체규제단장	안 상 면
○ 검사총괄	: 핵주기PM	김 병 일
○ 분야별 검사책임자	: 월성규제실	조 영 식
	안전해석실	오 덕 연
	계통평가실	김 종 갑
	방사선평가실	이 관 희
	환경방사능평가실	장 병 욱

○ 분야별 검사원 : 총 17명 (현장검사원 11명*, 본부검사원 6명)
* 검사원보 2명 포함

2. 검사항목 및 검사자 (8개 대상시설, 14개 검사항목)

검사대상시설	검 사 항 목	검사반장	현장 검사원	본부 검사원
1.핵연료성형시설(1)	핵연료성형시설 임계안전성 점검	오덕연	우승웅	한범석
2.핵연료저장시설(1)	핵연료저장시설 임계안전성 점검	오덕연	우승웅	한범석
3.방사성폐기물처리 및 저장시설(1)	방사성폐기물관리 점검	이관희	김성일 김경미*	이호진
4.방사선관리시설(5)	방사선 감시계통 점검	이관희	송명섭 정건희*	김병수
	임계경보설비 점검	이관희	송명섭 정건희*	김병수
	방사선관리 점검	이관희	송명섭 정건희*	김병수
	기상관측 및 시설관리 점검	이관희	민재성	이호진
	환경방사선/능 관리 점검	장병욱	이상국 채규한	
5.비상전원공급시설(2)	비상디젤발전기 점검	조영식	박지경	이상화
	무정전전원 공급장치 점검	조영식	박지경	이상화
6.화재방호시설(1)	화재방호계통 점검	김종갑	김미경	최동원
7.환기시설(2)	공기조화 및 환기계통 점검	조영식	정진석	조두호
	환기설비 여과기 점검	이관희	김성일 김경미*	이호진
8.부대시설(1)	크레인 점검	조영식	정진석	조두호

* : 검사원보(검사원 경력 2년 미만)

(공백)

Ⅳ. 검사결과

1. 핵연료성형시설

□ 검사지적사항 : 없음

1.1 핵연료 성형시설 임계안전성 점검

검사원 : 우 승 웅

가. 검사내용

본 검사항목은 2020년 연구용핵연료가공시설 정기검사에서 중점검사항목으로 선정되어 핵연료 성형시설에 대하여 핵임계도 관련 내용을 심층적으로 검사하였다. 연구용원자로인 하나로의 핵연료 제조에 사용되는 핵연료물질은 우라늄으로 농축도가 19.75±0.2% 이며 금속 조각 형태로 반입된다. 금속 우라늄 조각은 용융 도가니에서 Si 조각과 함께 용융된 후 원심분무장치를 통하여 분산·냉각되어 미세한 U_3Si 분말 상태로 만들어진다. 이 U_3Si 분말을 열처리한 후 Al 분말과 균질하게 혼합하는 과정을 거친 다음 압분 및 압출공정을 통해 U_3Si-Al 핵연료심 및 연료봉으로 가공된다. 정기검사를 통하여 핵연료 성형시설의 각종 장치들의 규격과 취급하는 핵연료물질의 양이 핵임계도해석보고서의 핵임계도 안전성 해석결과와 부합되는지 확인하며, 각 공정에서 핵연료물질 취급시 임계사고 유발 가능성이 없는지 확인한다. 이를 위해 2020. 6. 29 ~ 30일 현장입회 및 서류검토를 통해 핵임계도해석보고서 및 관련 절차서를 검토하였으며, 1) U_3Si 분말 원심분무, 2) U_3Si 분말 열처리 및 체치기 공정, 3) 분말 혼합 및 압분 공정, 4) 핵연료심 압출 및 인발 공정 등 세부공정의 현장상태 및 기록을 검사하였다.

나. 검사결과

1) U_3Si 분말 원심분무 공정

원심분무 분말 가공공정은 금속 우라늄 조각과 Si 조각을 혼합하여 용융시킨 후 원심분무를 통하여 U_3Si 분말을 만들어 내는 공정이며 본 공정은 한번에 5kg 이하의 핵물질은 처리할 수 있다. 가공된 U_3Si 분말은 우라늄 기준 1.75 kg 이하의 Sub-batch로 나누어지고 후속 공정에서는 Sub-batch 단위로 처리된다. 현장입회 및 서류검토를 통해 본 공정에서 처리되는 핵연료물질의 양이 설계 및 공사방법에 관한 설명서에 기술된 제한치(우라늄 금속 5 kg) 이하로 취급되어 핵임계 안전성을 만

족함을 확인하였다.

2) U_3Si 분말 열처리 및 체치기 공정

U_3Si 분말이 만들어지면 분말의 내부 조성을 균일하게 하기 위하여 열처리를 한 다음 체치기를 통해 입자의 크기를 선별하여 적정한 크기의 분말을 선별한다. 이때 취급되는 U_3Si 분말의 양은 앞서 언급한 것처럼 한 batch당 우라늄 기준 1.75 kg 이하(U_3Si 기준 1.8 kg)이며, 이는 설계 및 공사방법에 관한 설명서의 제한치인 우라늄 기준 5 kg 이하로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다.

3) 균질혼합 및 압분 공정

균질혼합 및 압분 공정에서는 핵연료 심재의 조성을 만들기 위하여 5대의 V-type mixer(혼합기)를 이용하여 U_3Si 분말과 Al 분말을 혼합한다. 혼합공정을 위하여 1 batch의 U_3Si 분말(우라늄 기준 1.75 kg 이하)이 혼합기에 분할되어 Al 분말과 함께 투입된다. 각 혼합기에서는 500 g 이하의 U_3Si-Al 분말 혼합물이 만들어지며, 각각의 혼합기가 분리된 상태로 운전되기 때문에 double batching이 발생하지 않음을 확인하였다. 혼합된 분말을 압분하는 공정에서는 250g을 한 batch로 하여 작업이 이루어진다. 작업절차서를 검토한 결과 혼합공정에 사용된 1 batch의 U_3Si-Al 혼합분말의 양이 우라늄기준 1.75 kg 이하로 "설계 및 공사방법에 관한 설명서"의 제한치(우라늄 기준 5 kg) 보다 작아서 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다.

4) 핵연료심 압출 및 인발 공정

본 공정은 균질혼합 공정에서 나온 U_3Si-Al 분말을 압분한 pellet을 압출하고 규정된 직경과 직진도를 얻기 위한 인발 및 교정 작업으로 이루어진다. 가공된 핵연료심은 일정한 규격의 핵연료심 저장대에 보관되어 다음 공정에 사용된다. 압출공정에서 장입되는 U_3Si-Al 혼합물질은 500g 이하이며 압출봉은 인발과정을 거친 후 720mm 길이로 절단되어 교정 후 저장된다. 작업절차서를 검토한 결과 본 공정에서 1회에 처리하는 핵물질양은 500g 이하로 "설계 및 공사방법에 관한 설명서"의 제한치(우라늄 기준 5 kg) 보다 작아서 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다.

5) 핵임계도해석보고서 검토

연구로 핵연료 성형시설에 대한 핵임계도해석보고서와 핵연료 제조공정을 비교, 검토한 결과 핵임계도해석보고서의 내용이 각 공정의 조건과 부합함을 확인하였다. 다만 핵임계도해석보고서가 "설계 및 공사방법에 관한 설명서"의 부록으로 되어 있어 변경이 있을 경우 이를 추적하기가 어려우므로 핵임계도해석보고서에 개정이력 등을 명시하여 관리하도록 권고사항(20-05-004)을 발급하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

핵임계도해석보고서가 "설계 및 공사방법에 관한 설명서"의 부록으로 되어 있어 핵

임계도해석 관련 내용의 변경이 있을 경우 이를 추적하기가 어려우므로 핵임계도해석보고서에 독립적으로 개정이력 및 작성자, 검토자, 승인자를 명시하여 관리하도록 권고사항(20-05-004)을 발급하였다.

라. 결 론

연구용핵연료가공시설의 우라늄 용융 및 원심분무 공정, U_3Si 분말 열처리 및 체치기 공정, 분말 혼합 및 압분 공정, 핵연료심 압출 및 인발공정에서 사용되는 각종 장치들의 규격과 1회 취급하는 핵연료 물질의 양이 "설계 및 공사방법에 관한 설명서"에 기술된 내용 및 핵임계도해석보고서에서 가정한 조건과 부합함을 확인하였다. 다만 핵임계도해석보고서의 개정이력 관리와 관련하여 권고사항을 발급하였다.

마. 참고문헌

1) ANSI/ANS 8.1 "Nuclear Criticality Safety in Operations with Fissionable Materials outside Reactors", 2014, American Nuclear Society
2) 연구용원자로 연료가공사업 설계 및 공사방법에 관한 설명서
3) 작업절차서 HFMP 010-1 "하나로 핵연료 가공시설 핵물질 계량관리"
4) 작업절차서 HFMP 210-1 "U_3Si 분말 원심분무"
5) 작업절차서 HFMP 220-1 "U_3Si 분말 열처리"
6) 작업절차서 HFMP 230-1 "분말 분급 (Sieving)"
7) 작업절차서 HFMP 240-1 "분말 혼합 및 압분"
8) 작업절차서 HFMP 250-1 "핵연료심 압출"

2. 핵연료저장시설

□ 검사지적사항 : 없음

2.1 핵연료 저장시설 임계안전성 점검

검사원 : 우 승 웅

가. 검사내용

본 검사항목은 2020년 연구용핵연료가공시설 정기검사에서 중점검사항목으로 선정되어 핵연료저장시설의 핵임계도 관련 내용을 심층 검사하였다. 핵연료 저장시설은 우라늄 금속, U_3Si 분말, 핵연료봉 및 핵연료집합체 등을 저장하는 LEU(저농축우라늄) 저장실과 성형·가공 중 발생하는 우라늄 스크랩을 저장하는 스크랩 저장실로 구성되어 있으며 연구용원자로 연료가공시설에서 취급되는 모든 형태의 핵연료물질이 저장된다. 핵연료물질 저장시설은 사고시에도 임계의 우려가 없도록 저장용기의 용량과 용기 사이의 거리가 핵임계도 해석에 의해 안전성이 입증된 상태를 유지하고 있어야 한다. 따라서 본 검사에서는 핵임계도 안전성 관점에서 핵연료물질 저장시설의 상태를 점검하고, 모든 형태의 핵연료물질이 "설계 및 공사방법에 관한 설명서'에 기술된 대로 저장되고 관리되는지 점검하였다.

나. 검사결과

1) 우라늄 금속 및 분말의 저장랙

우라늄 금속과 U_3Si 분말은 LEU 저장실에 설치되어 있는 저장랙의 전용 용기에 보관되며, 용기 내 질량이 우라늄 금속 5 kg, U_3Si 분말 3.5 kg을 각각 초과하지 못하도록 규정되어 있다. 2020. 6. 30일 현장입회를 통해 각 LEU 및 스크랩 용기들이 설공서와 같이 60cm 이상 이격되어 있으며 우라늄 금속 및 U_3Si 분말이 지정된 저장대의 용기에 제한치 이내로 저장되어 있음을 확인하였다.

2) 핵연료봉 저장랙

LEU 저장고에 설치된 핵연료봉 저장랙에는 총 6개의 서브랙이 설치되어 있으며, 각 서브랙은 6개의 층으로 나뉘고 각 층에는 2kg의 연료봉(22개)을 저장할 수 있도록 되어 있다. 현장입회를 통해 저장랙에 연료봉이 22개 이하로 저장되고 층간 간격이 48 cm로 설공서에 기술된 바와 일치함을 확인하였다.

3) 핵연료집합체 저장랙

LEU 저장고에 설치된 핵연료집합체 저장랙은 36봉 집합체 30개, 18봉 집합체 21개

등 총 51개의 핵연료집합체를 수직으로 세워서 보관하도록 구조화되어 있다. 현장입회를 통해 집합체간 공간이 막힌 구조로 되어 있어서 임의로 집합체가 들어갈 수 없으며 용기 사이의 거리는 30 cm로 설공서에 기술된 바와 일치함을 확인하였다.

4) 스크랩저장시설

스크랩저장시설에 설치된 스크랩 저장랙은 총 46개의 저장랙이 설치되어 있으며, 각 저장랙은 3개에서 4개의 층으로 나뉘어 총 161개의 저장용기가 설치되어 있다. 현장입회를 통해 저장용기간 거리가 최소 60cm이상 그리고 층간 높이가 68cm로 설공서에 기술된 바와 일치함을 확인하였으며, 각 저장용기 당 저장된 스크랩에는 우라늄 질량을 기준으로 3.5kg 이하로 저장되어 최대 취급량 이하로 취급됨을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

핵연료물질 저장시설에 대한 검사결과 우라늄 금속, 분말, 핵연료봉, 핵연료집합체 저장랙, 스크랩 저장랙 및 단위용기의 구조가 임계도 안전성 해석에서 가정한 배열조건을 만족하며, 저장된 핵연료물질의 양도 제한치 이내임을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) ANSI/ANS 8.1 “Nuclear Criticality Safety in Operations with Fissionable Materials outside Reactors”, 2014, American Nuclear Society
2) 연구로핵연료 Pilot Plant 건설운영 9. 설계 및 공사방법에 관한 설명서
3) 작업절차서 HFMP-010-1 “하나로 핵연료 가공시설 핵물질 계량관리”
4) 하나로 스크랩 저장시설에 대한 임계해석보고서

3. 방사성폐기물처리 및 저장시설

□ 검사지적사항 : 없음

3.1 방사성폐기물관리 점검

검사원 : 김 성 일, 김 경 미

가. 검사내용

1) 액체방사성폐기물 관리점검
2) 기체방사성폐기물 관리점검
3) 고체방사성폐기물 관리점검

나. 검사결과

1) 액체방사성폐기물 관리점검

연구용원자로 핵연료가공시설(이하 "가공시설")에는 비상제염실에서 발생하는 액체폐기물을 저장하기 위한 수집탱크 및 사전처리된 폐수를 저장하기 위한 수집탱크(저장용량 각 3.35㎥)가 설치되어 있다. 지난 정기검사 이후 현재까지 제염폐액은 발생되지 않았으며 각 수집탱크에는 소량(탱크 수위의 약 5.0~6.5% 수준)의 제습기 응축수만 저장되어 있음을 관련 기록 검토, 담당자 면담 및 현장점검(2020.6.17)을 통하여 확인하였다. 위와 같이 가공시설에서 제염폐액이 발생되지 않음에 따라 수집된 폐액을 처리하기 위한 전처리설비(광분해설비 및 한외여과막: 연간 60㎥ 처리용량)를 운전한 실적은 없으나 운영자는 운영절차서 AFSB-OP-M-04(액체 방사성폐기물 탱크 관리)에 따라 분기별 자체점검을 통하여 처리설비의 건전성을 확인하고 있다. 관련 자체점검(2019년 3/4분기~2020년 2/4분기) 기록(액체폐기물 저장탱크 점검표)에 대한 검토 및 현장점검(2020.6.17)을 통하여 액체폐기물 전처리설비가 건전한 상태로 유지되고 있음을 확인하였다. 실험실 등에서 발생한 액체폐기물은 시료분석 후 플라스틱 드럼을 통해 폐기물처리 건물로 이송하고 있으며, 지난 정기검사 이후 추가 발생 없이 현재(2020.6.17) 유기용액 2통(20리터/통 기준) 및 무기용액 10통이 현장에 저장되고 있음을 확인하였다.

액체폐기물 수집탱크 수위지시계(LIS-851, 852)는 운영절차서 AFSB-OP-M-04에 따라 3년 주기로 교정되고 있으며, 최근(2020.4.22) 실시된 교정기록(교정검사 기록표 및 교정성적서)을 검토한 결과, 교정 구간별 기준값 대비 지시값의 오차는 모두 판정기준(±5%)을 만족하는 상태임을 확인하였다.

2) 기체방사성폐기물 관리점검

가공시설의 방사선관리구역 배기체는 핵물질취급실험실의 배기체와 함께 25m 높이

의 연돌을 통해 대기중으로 배출되며, 배기체를 대기중으로 배출하기 전에 공기조화 계통에 설치된 여과기(HEPA)로 입자상 방사성물질을 제거함으로써 기체상 방사성 물질의 환경 배출량을 저감하고 있다. 일반 환경으로 배출되는 기체유출물 관리를 위하여 기존 알파 CAM 감시기를 2019년 8월 신규 감시기(ABPM203 반도체 검출기, MGP)로 교체하였으며, RMS 데이터 서버 및 CRT를 이용하여 실시간 연속감시 및 매주 1회 필터시료를 채취하여 알파방사능을 분석하고 있음을 확인하였다.

배기체 시료에서 방사성물질이 검출된 사례가 없음을 확인하였다(기체배출량 평가를 위해 주간으로 방사능분석을 실시하고 있으며, 해당 기간 동안 배기체 시료에서 방사성핵종은 MDA 미만임). 배출량 평가에서 분석된 최대 MDA 값은 5.29E-04 Bq/㎥으로 "설계 및 공사방법에 관한 설명서" 제VIII장(방사선관리시설)에 제시된 유도방출한도 5.70 Bq/㎥ 미만임을 확인하였다.

3) 고체방사성폐기물 관리점검

가공시설에서 발생되는 고체폐기물은 가연성폐기물, 비가연성폐기물, 비압축성, 폐수지, 폐필터, 세탁폐기물, 폐기선원 등으로 적절하게 분류되며, 현장 점검(2020.6.17)을 통하여 발생된 방사성폐기물 21드럼(비가연성폐기물 6드럼, 가연성폐기물 15드럼)을 원자력연구원 내 방사성폐기물 관리시설로 이송하기 전에 가공시설 내 별도 구역에서 안전하게 관리하고 있음을 확인하였다. 또한, 지난 정기검사 이후 임시저장고로 고체방사성폐기물이 운반된 이력이 없음을 확인하였다. 현재(2020년 6월) 가공시설내에 자체처분이 예상되는 폐기물(Al 피복재 6드럼 및 Al칩 2드럼) 8드럼이 계량관리(무게 기록)를 통하여 보관중임을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

가공시설 내 방사성폐기물 처리 및 저장시설 관리는 설계 및 공사방법에 관한 설명서, 운영절차서 및 지침서 등의 관련 규정 및 기준에 따라 적절하게 수행되었음을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 연구로 핵연료가공시설 설계 및 공사방법 설명서
2) 연구로 핵연료가공시설 안전관리규정
3) 방사선안전관리 통합절차서 RSC-통합-운반 "방사성물질등 운반 절차서"
4) 하나로 핵연료가공시설 운영지침서 AFSB-OP-M-04 "액체 방사성폐기물 탱크 관리"

4. 방사선관리시설

□ 검사지적사항 : 없음

4.1 방사선 감시계통 점검

검사원 : 송 명 섭, 정 건 희

가. 검사내용

1) 방사선/능 감시계통 및 측정기의 교정 및 작동상태 점검
2) 배기감시계통의 연동기능 점검
3) 휴대형 방사선/능 계측기 교정상태 점검

나. 검사결과

1) 방사선/능 감시계통 및 측정기의 교정 및 작동상태 점검

연구용원자로 연료가공시설에 설치된 방사선/능 감시기는 지역방사선 감시기, 고정식 공기오염감시기, 배기감시기 및 폐수감시기 등으로 구성되어 있다.

지역방사선감시계통의 경우, 교정운영절차서(LOP-RC-05)에 따라 12개월 주기로 교정선원(^{137}Cs, 3.74 MBq)을 이용하여 교정을 수행(2020.04.16.)하였고, 교정결과도 적합함을 현장점검 및 교정기록지 검토를 통해 확인하였다. 일일 및 월간 단위로 동 절차서의 점검양식에 따라 지역방사선감시기의 작동상태 및 기능시험도 수행하고 있음을 확인하였다.

공기오염 감시계통은 교정선원(^{238}Pu, ^{36}Cl)을 이용하여 교정운영절차서(LOP-RC-05)에 따라 교정을 수행(2020.04.14.)하였고, 교정결과도 적합함을 확인하였다. 일일 및 월간 단위로 공기오염감시기의 작동상태점검 및 기능점검도 수행하고 있음을 확인하였다. 또한 공기시료채집기의 유량계는 교정절차서(RMS-WP-AS-01)에 따라 교정을 수행(2019.07.17.)하였으며, 12개월 주기로 적합하게 교정하고 있음을 확인하였다.

배기감시계통 방사능감시기는 공기정화기를 통과한 배출물에 대한 방사능농도를 측정하여 배출관리기준 초과 시 경보발생 및 배기팬/공급팬을 정지시켜 배출을 차단할 목적으로 설치되어 있다. 교정기록지 검토를 통하여 동 감시계통에 대해 12개월 주기로 교정선원(^{238}Pu, ^{36}Cl)을 이용하여 교정을 수행(2019.07.04.)하고 있으며, 교정결과도 적합함을 확인하였다.

폐수감시기는 연료가공시설의 방사선관리구역 내에서 발생한 샤워수 등 폐수의 오염 여부를 감시할 목적으로 폐수 저장조에 설치되어 있다. 동 감시기는 12개월 주기로 경보시험 및 교정을 수행하고 있으며, 교정결과도 적합함을 확인하였다.

2) 배기감시계통의 연동기능 점검

배기감시계통의 설비 연동시험은 경보발생 시 배출차단 기능이 적절하게 작동하는지 여부를 확인하기 위하여 실시한다. 배기감시기에 대한 연동기능시험 현장 입회(2020.06.25.) 결과, 경보신호 발생 시 배기팬(M556/M557) 및 공급팬(M552/M553)이 정지하여 배출차단 기능이 정상 작동하고 있음을 확인하였다.

3) 휴대형 방사선/능 계측기 교정상태 점검

방사선/능 감시 수행을 위한 휴대형 방사선/능 측정기기의 건전성을 확인하기 위하여 해당 기기들에 대한 교정을 주기적으로 수행하고 있는지 여부를 점검하였다. 연료가공시설에서는 감마 서베이미터, 알파 표면오염 감시기, 베타 표면오염감시기 등을 보유하고 있으며, 동 측정기기는 교정지침서(TCI-RC-06, 개정 04)에 따라 6개월 주기로 소급성이 확보된 선원과 장비를 이용하여 교정을 수행하고 있음을 교정성적서 검토를 통해 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

지역감시기, 고정식 공기오염감시기, 배기감시기, 폐수감시기 및 휴대용 방사선/능 계측기 등에 대한 주기적 점검, 교정 및 기능시험 등이 관련 절차서에 따라 적합하게 수행되었고, 시험결과는 관련 기준을 만족함을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 핵연료가공시설 안전관리규정
2) 연구용원자로 핵연료가공시설 설계 및 공사방법에 관한 설명서
3) 공기시료채집기 유량계 교정절차서(RMS-WP-AS-01)
4) 교정운영절차서(LOP-RC-05)
5) 교정지침서(TCI-RC-06)

4.2 임계경보설비 점검

검사원 : 송 명 섭, 정 건 희

가. 검사내용

1) 임계경보 감시기의 작동상태 점검
2) 임계경보 발령계통의 기능 점검

나. 검사결과

1) 임계경보 감시기의 작동상태 점검

연구용원자로 연료가공시설에서 핵임계 상황 발생 시 가청 및 가시경보를 발생하여 작업종사자가 신속히 대피할 수 있도록 연속 감시하는 임계경보설비에 대한 주기점검이 적절히 수행되어 동 설비의 성능이 유지되고 있는지 여부를 점검하였다.

연료가공시설 내의 저장고 등 4개 구역에 설치/운영 중인 핵임계검출기에 대하여 "핵임계 검출 및 경보시스템 운영절차서"에 따라 수행하는 일일 및 월간점검 기록을 확인한 결과, 주기점검이 적절히 수행되고 있음을 확인하였다.

2) 임계경보 발령계통의 기능 점검

"핵임계 검출 및 경보시스템 운영절차서"에 따라 매년 1회 수행하는 방사선반응시험은 사전에 이동사용허가가 완료된 표준선원(^{192}Ir, 6.84 Ci)을 사용함을 확인하였다. 해당선원을 검출기에 조사하여 경보설정치 이상의 방사선이 검출되는 경우 핵임계 경보감시기의 가시 및 가청 경보가 적합하게 발령되고 있음을 현장입회(2020.06.24.)를 통해 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

임계경보감시기의 주기점검 및 경보발령계통에 대한 기능시험은 관련 절차서에 따라 적합하게 수행되고, 시험 결과는 관련 기준을 만족함을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 핵연료가공시설 안전관리규정
2) 핵임계 검출 및 경보시스템 운영절차서(AFSB-HP-03)

4.3 방사선 관리점검

검사원 : 송 명 섭, 정 건 희

가. 검사내용

1) 방사선안전관리 및 작업관리 점검
2) 작업자 피폭방사선량 관리 점검

나. 검사결과

1) 방사선안전관리 및 작업관리 점검

방사선작업종사자는 원자력안전법 제106조(교육훈련) 및 제91조(방사선장해방지조치)에 따라 주기적 교육훈련과 건강검진을 받아야 한다. 방사선작업종사자 및 수시출입자에 대한 정기교육(직장교육, 기본교육)과 건강검진을 실시하였음을 관련 기록지 및 담당자 면담을 통해 확인하였다.

방사선작업종사자 출입과 작업관리가 적절히 수행되고 있는지 확인하기 위하여 발급된 방사선작업허가서와 방사선관리구역 내 방사선량과 표면오염도 측정기록지를 검토하였다. 방사선작업 수행 이전에 방사선작업의 기간에 따라 방사선작업허가서를 발행하고 있으며 세부작업내용, 취급선원, 작업시 준수사항 및 착용방호장구 등과 같은 내용들이 적절히 기술되어 있음을 방사선작업허가서(2020.01~2020.06.) 검토를 통해 확인하였다. 또한 각 구역별로 주 1회 공간선량률과 표면오염도를 측정하여 기록을 유지하고 있으며 해당 측정값들은 원자력안전위원회고시 제2019-10호 (방사선방호 등에 관한 기준)에 따른 기준치(공간선량율: 25 μSv/h, 표면오염도: 4.0 kBq/m^2)를 만족함을 확인하였다. 방사선관리구역 출입자에 대해 표면오염감시기 및 손발오염감시기를 통해 오염검사를 실시하고 있음을 확인하였다. 손발오염감시기는 알파선과 베타선 모두 검출하여 운영하도록 하고 있어, 지난 2019년도 정기검사 권고사항이 적절히 반영되었음을 확인하였다.

방사선관리구역에서 외부로의 오염확산을 방지하기 위하여 방사선관리구역에서 사용된 물품반출 시 물품반출신청서를 작성하고 있으며 해당 신청서에는 반출내역과 방사선 종류별 측정결과(표면오염도 Bq/cm^2)를 기록하고, 반출기준 만족여부를 판단하여 절차서(RSC-통합-반출)에 따라 물품반출이 이뤄지고 있음을 2020년도 물품반출 기록지 검토를 통해 확인하였다.

작업자피폭을 최소화하고 허가받은 작업자만이 출입이 가능한 장소에 가공된 연구로핵연료가 보관되어 있음을 현장점검(2020.06.26.)을 통해 확인하였다.

2) 작업자 피폭방사선량 관리 점검

방사선작업종사자의 시설출입에 따른 피폭관리는 “피폭관리”(RSC-통합-피폭) 절차서에 따라 이뤄지고 있으며 열형광선량계(TLD)와 보조선량계(EPD)를 통하여 외부피폭

선량을 관리하고 있다. TLD는 매 3개월에 1회 판독하여 방사선작업종사자의 피폭선량값을 기록유지하고 있으며 지난 2019년도 방사선작업종사자 중 최대 개인 외부피폭방사선량은 0.13 mSv였으며 전체 종사자의 외부피폭으로 인한 집단선량은 0.28 man-mSv임을 확인하였다. 또한 내부피폭은 방사선작업종사자에 대하여 연 1회 전신계측기 측정을 통해 관리하고 있으며 지난 2019년도 내부피폭 발생사례는 없었음을 종사자 및 수시출입자에 대한 체내방사능 측정기록지 검토를 통해 확인하였다. 따라서 방사선작업종사자 및 수시출입자의 연간 선량한도(방사선작업종사자: 5년간 100 mSv를 넘지 않는 범위에서 연간 최대 50 mSv, 수시출입자: 연간 6 mSv)보다 매우 낮은 수준으로 피폭관리가 이뤄지고 있음을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

연구용원자로 연료가공시설의 방사선안전관리 및 방사선작업종사자 등의 피폭관리는 방사선안전관리규정 및 운영절차서 등의 관련 절차 및 기준에 따라 적합하게 수행되고 있음을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 핵연료가공시설 안전관리규정
2) 연구로 핵연료가공시설 설계 및 공사방법 설명서
3) 방사선안전관리 통합절차서(RSC-통합-피폭)
4) 방사선안전관리 통합절차서(RSC-통합-반출)

4.4 기상관측 및 시설관리 점검

검사원 : 민 재 성

가. 검사내용

1) 기상관측기기 채널교정
2) 절차서 점검
3) 기상관측 적합성 점검
4) 비상전원

나. 검사결과

기상관측 및 시설관리 점검은 연구로연료가공시설의 정상 가동시 대기로 배출되는 기체방사성물질의 배출관리 및 주변 주민이 받게 될 피폭선량 평가와 사고시 비상대책의 수립 및 적절한 비상대응조치에 필요한 기상자료의 제공을 위해 관련 규제요건에 적합한 기상관측설비를 설치 및 운영하고 있는지를 확인한다. 기상관측기기는 원자력안전위원회고시 제2017-26호(원자로시설 부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준)의 성능요건을 만족하여야 하며, 기상관측기기에 대한 채널교정은 매 6개월마다 실시하여야 한다. 기상관측설비에 대한 검사결과는 다음과 같다.

1) 기상관측기기 채널교정

기상관측계통(풍향/풍속, 기온, 습도, 강수량)에 대한 채널교정은 기상관측절차서(개정3) 에 따라 6개월 주기로 수행되어야 한다. 한국원자력연구원은 2019.10.15.~11.12 및 2020.04.08.~2020.06.04.에 동 설비에 대한 채널교정을 수행하였으며, 채널교정 결과는 각 계통별 판정기준치를 만족함을 확인하였다.

2) 절차서 점검

기상관측계통의 성능유지를 위하여 기상관측 절차서(개정 3)를 수립하여 기상관측소 운영에 적용하고 있다. 상기 절차서에는 기상관측기기의 성능유지를 위한 기기 관리 등 전반적인 내용이 원자력안전위원회고시 제2017-26호에 따라 기술되어있음을 확인하였다.

3) 기상관측 적합성 점검

기상관측설비에 대한 주기점검은 기상관측 절차서에 따라 매일 채널점검을 실시하고, 주간으로 육안점검을 실시하여야 한다. 2020년 1~6월에 실시한 주기점검 기록을 확인한 결과, 주기적으로 관련설비에 대한 점검을 실시하고 있음을 확인하였다. 또한, 외부 전문기관에 의뢰하여 2개월 주기로 승강기 안전점검을 실시하고 있으며, 2019년 11월에 수행한 기상탑 구조물에 대한 안전점검 결과는 양호함을 확인하였다.

기상관측기기는 검정을 필한 제품으로서, 원자력안전위원회고시 제2017-26호 (원자로시설 부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준)에서 요구하는 원자력등급의 성능을 만족하여야 한다. 한국기상산업기술원에서 발행한 기상관측기기검정증명서 검토결과, 기상관측소에 설치된 온도계의 최대 오차는 -0.2℃로 원자력안전위원회고시의 정확도 요건(±0.5℃ 이내)을 만족하였다. 기상관측소에 설치되어 운영 중인 다른 관측기기(습도계, 풍향계, 풍속계, 강수량계)도 검정에 합격한 기기임을 확인하였으며, 관측기기의 성능은 원자력안전위원회고시 제2017-26호의 관측기기별 성능요건을 만족함을 확인하였다. 또한, 관측기기의 고장 시 교체에 대비하여 예비품을 1세트 이상 확보하고 있음을 확인하였다.

2020년 7월 1일에 한국원자력연구원 기상관측설비 담당자와 기상관측소에 대한 현장 점검을 수행한 결과, 기상관측탑은 건전성을 유지하고 있고, 기상관측기기의 유지관리 상태가 양호함을 확인하였다.

2019년 7월부터 2020년 6월까지의 기상관측자료 데이터베이스 확인결과, 기상관측자료의 통계처리는 원자력안전위원회고시 요건에 따라 10분간 이동평균 하고 있으며, 기온, 풍향/풍속, 상대습도 및 강수량 등의 관측자료 수집율은 98% 이상임을 확인하였다.

4) 비상전원

외부전원 상실에 대비하여 기상관측기기는 무정전전원장치(UPS)와 연결되어 있으며, 2020년 7월 1일에 동 설비에 대한 현장점검을 수행한 결과, 무정전전원장치가 정상적으로 작동하고 있음을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

한국원자력연구원 부지의 기상관측 및 시설관리는 원자력안전위원회고시 제2017-26호의 규제요건을 준수하여 적합하게 수행되고 있음을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 원자력안전위원회고시 제2017-26호(원자로시설 부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준)

2) 한국원자력연구원 기상관측 절차서(개정 3)

4.5 환경방사선/능 관리 점검

검사원 : 채 규 한, 이 상 국

가. 검사내용

1) 환경감시계획 및 조사결과, 보고기준 이행 여부
2) 시료채취, 전처리, 분석방법의 적합성 및 이행, 분석 자료의 처리, 보존 및 기록유지
3) 환경방사선/능 측정 장비의 검·교정, 작동 및 관리 상태
4) 환경조사 품질관리계획과 관련 절차서의 적합성 및 환경조사 결과 검증 수행 여부

나. 검사결과

환경방사선/능 관리에 대한 검사는 원자력이용시설 주변의 환경방사선/능 감시 업무가 원자력안전위원회 고시 제2017-17호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정)에 의거하여 승인된 "한국원자력연구원 주변 환경방사선 조사계획"에 따른 이행 여부를 확인하기 위해 수행되며, 검사결과는 다음과 같다.

1) 환경감시계획 및 조사결과, 보고기준 이행 여부

한국원자력연구원 주변의 환경감시 업무는 원자력안전위원회 고시 제2017-17호에 의거하여 승인된 환경방사선 조사계획에 따라 수행되어야 하고, 보고는 보고기준(원자력안전위원회 고시 제2017-17호 제10조(보고))을 준수하여야 한다. 부지주변 환경감시를 위한 각 조사항목에 대한 분석은 조사계획에서 정한 절차에 따라 각 조사항목별로 정해진 주기에 맞게 적절히 이행되었다. 환경감시 자료와 일시증가 보고기록을 검토한 결과, 사업자는 반기 및 연간 보고서를 기한 내 제출하였고, 보고기준을 초과하는 환경방사선/능 감시 자료의 일시증가는 2건으로 발견 후 일주일 이내 보고되었음을 확인하였다.

2) 시료채취, 전처리, 분석방법의 적합성 및 이행, 분석 자료의 처리, 보존 및 기록유지

환경방사선/능 분석방법 및 절차서, 환경감시 결과 자료의 처리 및 보존은 조사계획의 기준을 준수하여야 한다. 이에 따라 시료채취, 전처리 및 핵종별 분석과 관련된 절차서 및 지침서의 적합성 검토를 수행하였으며, 관련 절차서의 개정이력 및 절차서 세부내용의 조사계획 만족 여부를 확인하였다. 또한, 시료보관실 현장 확인을 통해 분석이 완료된 일부 시료를 선별하여 시료의 보관 상태 및 전처리 기록대장 일치 여부를 확인하였다. 한국원자력연구원의 시료 채취 및 전처리, 핵종별 분석대장을 검토한 결과, 조사계획에 정해진 주기를 준수하여 적절한 시료채취와 전처리 및 분석이 이루어지고 있음을 확인하였으며 최종 분석결과가 승인된 조사계획 내의 핵종별 검출목표치를 만족하였음을 확인하였다. 시료 보관은 조사계획 요건에

따라 적절히 보관되고 있으며 시료 보관대장과 일치함을 확인하였다. 또한, 세부 분석항목별 절차서의 준수 및 기록유지가 적절하게 수행되고 있음을 핵종별 분석담당자와 면담 및 서류검토를 통해 확인하였다.

3) 환경방사선/능 측정 장비의 검·교정 및 작동 및 관리 상태

환경방사선/능 측정 장비는 조사계획 및 국가기술표준원 고시 제2015-499호 (교정대상 및 주기설정을 위한 지침)에 따라 주기적인 검·교정을 수행하여야 하며, 검·교정 결과가 절차서 판정 기준을 만족하여야 함에 따라 측정 장비의 검·교정 및 운영과 관련된 결과 서류를 검토하였다. 또한, 부지 내·외부에 설치·운영 중인 모니터링 포스트의 고정형 환경방사선감시기 작동상태의 건전성 유지 여부를 확인하였다. 한국원자력연구원은 환경방사선·능 측정장비의 검·교정을 해당 장비별 주기(6～12개월)에 따라 수행하였고, 검·교정 결과는 장비별 절차서의 판정기준을 만족하고 있음을 확인하였다. 고정형 환경방사선감시기 작동 및 관리 상태를 확인하기 위해 2019년 9월부터 2020년 5월까지의 공간감마선량률 데이터 및 무정전 전원장치(UPS)의 전원절체 시험결과 기록, 환경방사선감시기 고장 내역 일지, 모니터링포스트 주간 및 주기점검일지 등을 확인하여 고정형 환경감시기 작동 및 관리 상태는 양호함을 확인하였다.

4) 환경조사 품질관리계획과 관련 절차서의 적합성 및 환경조사 결과 검증 수행 여부

원자력안전법 시행규칙 제136조제2항 및 원자력안전위원회 고시 제2017-17호, 한국원자력연구원 방사선환경 조사계획에 따라 품질관리계획을 수립하고 주기적 검증을 수행하여야 한다. 한국원자력연구원 주변 환경방사선/능 조사 품질관리계획은 기준에 따라 적합하게 수립되었고, 국내·외 교차 분석 참석 등 자체 품질관리 점검활동이 적절하게 수행되었음을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

한국원자력연구원 주변의 환경방사선·능 감시는 한국원자력연구원 방사선환경 조사계획을 준수하여 적합하게 수행되고 있음을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 원자력안전위원회 고시 제2017-17호 “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정”

2) 국가기술표준원 고시 제2015-499호 “교정대상 및 주기설정을 위한 지침”

3) 한국원자력연구원 방사선환경 조사계획서 (2018. 10.)
4) IAEA Safety Reports Series No.64 “Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring” (2010)

5. 비상전원공급시설

□ 검사지적사항 : 없음

5.1 비상디젤발전기 점검

검사원 : 박 지 경

가. 검사내용

1) 발전기 성능 점검
2) 축전지 성능 점검
3) 기타 성능시험

나. 검사결과

비상디젤발전기 점검은 연구용원자로 연료가공시설의 상용전원 정전 시 공조설비 및 필수조명설비 등에 전원을 공급하는 비상디젤발전기가 운전가능한지를 확인하기 위한 것이다. 비상디젤발전기 점검은 발전기 성능 점검, 축전지 성능 점검 및 기타 성능시험이 관련 절차서에 따라 수행되어야 하고, 시험결과는 절차서의 허용기준을 만족하여야 한다. 비상디젤발전기 점검은 2020년 6월 16일에 새빛연료동 시설담당자와 함께 현장입회하여 점검하였으며, 점검한 결과는 다음과 같다.

1) 발전기 성능 점검

발전기 성능 점검은 자동전환스위치(ATS) 패널에서 상용전원 정전 모의신호를 발생시켜 비상디젤발전기가 자동 기동되고, 출력전압 및 주파수가 정격에 도달하여 30초 이내에 440 V 필수모선으로 전원을 공급할 수 있는지를 확인하는 위한 것이다. 점검결과, 상용전원 정전 모의신호에 의해 비상디젤발전기가 자동 기동하여 출력전압은 440 V, 출력주파수는 59.9 Hz로 모두 정격(출력전압(440 V ±2.5%), 주파수(60 Hz ±5%))에 도달하였으며, 기동 후 24초에 440 V 필수모선으로 전원을 공급하여 허용기준(30초 이내)을 만족함을 확인하였다.

2) 축전지 성능 점검

축전지 성능 점검은 비상디젤발전기 기동용 축전지(밀폐형)의 육안점검 및 단자전압 등이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 비상디젤발전기의 기동용 축전지는 외부손상이 없었으며, 단자전압은 28 Vdc로 측정되었으므로 모두 허용기준(24 Vdc 이상)을 만족함을 확인하였다.

3) 기타 성능시험

기타 성능시험은 비상디젤발전기의 발전 전력 및 비상디젤발전기 투입용 차단기의 동작상태 등이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 비상디

젤발전기의 냉각수계통, 연료유계통의 온도, 압력 등의 운전변수가 허용기준을 만족하고, 발전 전력은 150 kW로 허용기준(250 kW 이하)을 만족함을 확인하였다. 또한 비상디젤발전기 투입용 차단기가 정상동작하여 440 V 필수모선에 전원을 공급함을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

비상발전기는 기동용 축전지를 통하여 기동되도록 설계되어 있으며, 축전지 충전전압, 충전전류, 단자전압 측정을 통하여 기동용 축전지의 건전성을 확인하고 있으나, 비상발전기 연간 성능시험 중 기동용 축전지 불량 및 예비품 확보 미흡 등으로 비상발전기 운전요구 조건 발생 시 즉각 기동하지 못하여 적절한 운전가능성을 확보하지 못함을 확인함. 따라서 비상발전기의 운전가능성을 확보할 수 있도록 기동용 축전지 건전성 확인 강화 및 예비품 구비 등의 관리방안을 수립하도록 권고사항을 도출하였다.

라. 결 론

비상디젤발전기의 운전가능성을 확인하기 위하여 발전기 성능 점검, 축전지 성능 점검 및 기타 성능시험 결과를 확인하였다. 확인결과, 비상디젤발전기 성능 점검, 축전지 성능 점검, 기타 성능시험 결과는 관련 절차서의 허용기준을 만족함을 확인하였다. 따라서 비상디젤발전기 점검은 관련 요건에 적합한 것으로 판단한다. 다만, 최초 비상디젤발전기 성능점검 시 기동용 축전지 불량 및 예비품 확보 미흡 등으로 비상발전기의 운전가능성이 확보되지 못함을 확인하여, 비상디젤발전기 기동용 축전지 관리방안을 수립하도록 권고사항을 도출하였다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 연료가공시설 설계 및 공사방법에 관한 설명서(제X장 비상전원공급시설)
2) 새빛연료동 운영절차서, 비상발전기 성능시험 및 점검(AFSB-OP-E-01)

5.2 무정전전원공급장치 점검

검사원 : 박 지 경

가. 검사내용

1) 입력 전압 및 주파수 점검
2) 출력 전압 및 주파수 점검
3) 전원절체 시간측정 시험
4) 소음 시험
5) 총고조파왜형률 측정
6) 방전 시험

나. 검사결과

무정전전원공급장치 점검은 연구용원자로 연료가공시설의 상용전원 또는 비상디젤발전기 고장 시 무정전전원공급장치(3 kVA 및 15 kVA)가 안정된 교류전원을 공급할 수 있는지를 확인하기 위한 것이다. 무정전전원공급장치 점검은 입력 전압 및 주파수 점검, 출력 전압 및 주파수 점검, 전원절체 시간측정 시험, 소음 시험, 총고조파왜형률 측정 및 방전 시험 등이 관련 절차서에 따라 수행되어야 하고, 시험결과는 절차서의 허용기준을 만족하여야 한다. 무정전전원공급장치 점검은 2020년 6월 15일에 새빛연료동 시설 담당자와 함께 현장입회하여 점검하였으며, 점검한 결과는 다음과 같다.

1) 입력 전압 및 주파수 점검

입력 전압 및 주파수 점검은 무정전전원공급장치의 입력 전압 및 주파수가 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 R, S, T 3상 입력 전압은 각각 439/439/441 Vac로 허용기준(440 Vac ±10%)을 만족하였고, 입력 주파수는 60.0 Hz로 허용기준(60 Hz ±5%)을 만족함을 확인하였다. 또한, 15 kVA 무정전전원공급장치의 R, S, T 3상 입력 전압은 각각 434/435/436 Vac로 허용기준(440 Vac ±10%)을 만족하였고, 입력 주파수는 60.0 Hz로 허용기준(60 Hz ±0.5%)을 만족함을 확인하였다.

2) 출력 전압 및 주파수 점검

출력 전압 및 주파수 점검은 무정전전원공급장치의 출력 전압 및 주파수가 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 출력 전압은 220.8 Vac로 허용기준(220 Vac ±2%)을 만족하였고, 출력 주파수는 60 Hz로 허용기준(60 Hz ±0.5%)을 만족함을 확인하였다. 또한, 15 kVA 무정전전원공급장치의 출력 전압은 221.7 Vac로 허용기준(220 Vac ±2%)을 만족하였고, 출력 주파수는 60 Hz로 허용기준(60 Hz ±0.5%)을 만족함을 확인하였다.

3) 전원절체 시간측정 시험

무정전전원공급장치의 전원절체 시간측정 시험은 인버터 고장 시 우회전원으로 전원절체 시간이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 전원절체 시간은 1.938 ms로 허용기준(4 ms 이내)을 만족하였으며, 15 kVA 무정전전원공급장치의 전원절체 시간은 1.875 ms로 허용기준(4 ms 이내)을 만족함을 확인하였다.

4) 소음 시험

무정전전원공급장치의 소음 시험은 정상 가동 시 발생하는 소음이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 소음은 67.7 dB로 허용기준(75 dB 이하)을 만족하였으며, 15 kVA 무정전전원공급장치의 소음은 67.4 dB로 허용기준(75 dB 이하)을 만족함을 확인하였다.

5) 총고조파왜형률 측정

무정전전원공급장치의 총고조파왜형률 측정은 출력전압에 대한 총고조파왜형률이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 총고조파왜형률은 2.3%로 허용기준(5% 이하)을 만족하였으며, 15 kVA 무정전전원공급장치의 총고조파왜형률은 1.5%로 허용기준(5% 이하)을 만족함을 확인하였다.

6) 방전 시험

무정전전원공급장치의 축전지 방전 시험은 축전지 방전용량, 셀 전압 및 셀간 접속저항 등이 허용기준을 만족하는지를 확인하기 위한 것이다. 점검결과, 3 kVA 무정전전원공급장치의 축전지는 30분간 부하에 전원을 공급하여 허용기준(30분 이상 방전)을 만족함을 확인하였으며, 셀 전압이 최소 12.20 V로 허용기준(10.8 V 이상)을 만족하였고, 셀간 접속저항이 최대 22.3 $\mu\Omega$으로 허용기준(50 $\mu\Omega$ 이하)을 만족함을 확인하였다. 또한, 15 kVA 무정전전원공급장치의 축전지는 30분간 부하에 전원을 공급하여 허용기준(30분 이상 방전)을 만족함을 확인하였으며, 셀 전압이 최소 11.97 V로 허용기준(10.8 V 이상)을 만족하였고, 셀간 접속저항이 최대 19.8 $\mu\Omega$으로 허용기준(50 $\mu\Omega$ 이하)을 만족함을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

무정전전원공급장치의 성능 적합성을 확인하기 위하여 입력 전압 및 주파수 점검, 출력 전압 및 주파수 점검, 전원절체 시간측정 시험, 소음 시험, 총고조파왜형률 측정 및 방전 시험 등을 확인하였다. 확인결과, 무정전전원공급장치 점검은 관련 절차서에 따

라 적합하게 수행되었으며, 성능시험 결과도 절차서의 허용기준을 만족함을 확인하였다. 따라서 무정전전원공급장치의 성능은 관련 요건에 적합한 것으로 판단한다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 연료가공시설 설계 및 공사방법에 관한 설명서(제X장 비상전원공급시설)

2) 새빛연료동 운영절차서, 무정전 전원설비 성능시험 및 점검(AFSB-OP-E-02)

6. 화재방호시설

□ 검사지적사항 : 없음

6.1 화재방호계통 점검

검사원 : 김 미 경

가. 검사내용

화재방호시설 검사는 화재방호설비의 성능 및 유지·관리 상태를 확인하기 위함이며 각각의 세부 항목별 검사내용은 다음과 같다.

1) 화재 감지 및 경보 설비
2) 소화용수 공급설비
3) 화재진압설비
4) 피난설비
5) 화재방호운영계획

나. 검사결과

1) 화재 감지 및 경보 설비

화재 감지 및 경보 설비는 화재수신기(R형), 화재감지기, 발신기 등으로 구성되어 있으며, 새빛연료동 화재방호계획서(SABIT-FPP-01)와 새빛연료동 운영절차서(AFSB-OP-M-02, 소방설비점검)에 따라 6개월 주기로 화재수신기의 회로시험, 화재감지기의 성능시험 및 발신기 성능시험이 수행된다. 이에 따라 수행된 소방시설 종합정밀점검('19.07.08~'19.07.24) 및 소방시설 작동기능점검('20.01.06~'20.01.17)의 점검표를 확인한 결과, 수신기의 회로작동 및 예비전원의 성능, 감지기 및 발신기의 성능이 적합하게 관리되고 있음을 확인하였다. 현장점검을 통해, 상용전원을 차단한 상태에서 1시간을 유지한 후 화재수신기 예비전원(축전지)의 전압이 27.92 V로 측정되어 절차서 허용기준(20 V 이상)을 만족함을 확인하였다. 또한 감지기(24P, 29P, 30D, 38D)가 모의화재신호에 의해 절차서 허용기준(60초 이내) 내에 적합하게 작동되고, 수신기의 주경종과 발신기(A-02, A-05) 지구경종의 경보 음량은 각각 107 dB, 101.7 dB, 104.5 dB로 허용기준(1 m 거리에서 90 dB 이상)을 만족함을 확인하였다.

2) 소화용수 공급설비

소화용수 공급설비는 하나의 소화수조와 3대의 전동기 구동 소방펌프(충압펌프 1대, 주펌프 1대, 예비펌프 1대) 등으로 구성되어 있으며, 새빛연료동 화재방호계획서(SABIT-FPP-01)와 새빛연료동 운영절차서(AFSB-OP-M-02, 소방설비점검)에 따라 6개

월 주기로 소화용수 공급설비의 성능시험이 수행된다. 이에 따라 수행된 소방시설 종합정밀점검('19.07.08~'19.07.24) 및 소방시설 작동기능점검('20.01.06~'20.01.17)의 점검표를 확인한 결과, 3대의 소방펌프의 외관상태가 양호하고 각각의 설정압력(4.5 ㎏/㎠, 3.5 ㎏/㎠, 3.0 ㎏/㎠)에서 자동기동 되며, 주펌프와 예비펌프는 수동으로 정지되고 충압펌프는 5.5 ㎏/㎠에서 자동으로 정지되어 관련 기준을 만족하였다. 또한, 소화용수 저장조의 수위가 적합하게 유지·관리되고 있음을 확인하였다. 현장점검을 통해, 충압펌프, 주펌프, 예비펌프가 각각 설정압력에서 순차적으로 자동 기동되고, 소화용수 저장조 수위가 1.57 m로 허용기준(1.44 ~ 1.6 m)을 만족함을 확인하였다.

3) 화재진압설비

화재진압설비는 소화기와 옥내소화전으로 구성되어 있으며, 새빛연료동 화재방호계획서(SABIT-FPP-01)와 새빛연료동 운영절차서(AFSB-OP-M-02, 소방설비점검)에 따라 옥내소화전은 6개월 주기로 방수압 시험 및 육안점검이 수행되고, 소화기는 1개월 주기로 충전 및 압력상태 확인 등 육안점검이 수행된다. 이에 따라 운영절차서의 소방설비 점검표와 소방시설 종합정밀점검('19.07.08~'19.07.24) 및 소방시설 작동기능점검('20.01.06~'20.01.17)의 점검표를 확인한 결과, 옥내소화전은 옥내소화전함, 개폐밸브, 호스 및 노즐, 표시등이 적합하게 유지·관리되고 있으며, 소화기의 압력계 지시치가 정상이고 외관상태가 부식 없이 적합하게 유지·관리되고 있음을 확인하였다. 또한 현장점검을 통해, 옥내소화전(H-03) 방수압이 2.8 ㎏/㎠로 허용기준(1.7 ~ 7.0 ㎏/㎠)을 만족하고, ABC급 분말소화기(13A, 19A, 27A, 31A, 52A) 및 D급 소화기(16D, 18D, 26D, 30D)의 소화약제 충전 및 압력상태가 적합하고 외관상태가 양호함을 확인하였다.

4) 피난설비

비상조명등 및 유도등은 새빛연료동 화재방호계획서(SABIT-FPP-01)와 새빛연료동 운영절차서(AFSB-OP-M-02, 소방설비점검)에 따라 6개월 주기로 상용전원 차단 시 비상전원에 의한 작동상태가 점검된다. 이에 따라 수행된 소방시설 종합정밀점검('19.07.08~'19.07.24) 및 소방시설 작동기능점검('20.01.06~'20.01.17)의 점검표를 확인한 결과, 비상조명등 및 유도등의 외관상태가 양호하며 상용전원 차단 시 예비전원에 의해 작동되어 적합하게 유지·관리되고 있음을 확인하였다. 또한 현장점검을 통해 비상조명등(LE-02, LE-08, LE-11) 및 유도등(LX-08, LX-28, LA-02)이 상용전원 차단 후 예비전원에 의해 정상 작동됨을 확인하였다.

5) 화재방호운영계획

화재방호를 위해 연구용원자로 연료가공시설은 새빛연료동 화재방호계획서를 작성하여 운영하고 있음을 확인하였다. 화재방호계획서에는 화재방호 관련 조직의 책임 및 권한, 화재예방을 위한 운영절차, 화재진압을 위한 운영절차, 화재발생시 통보 및

피난 관련 운영절차가 기술되어 있음을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음.

라. 결 론

화재방호시설을 구성하고 있는 화재감지 및 경보설비, 소화용수 공급설비, 화재진압설비, 비상조명등 및 유도등을 점검한 결과, 관련 설비의 점검이 절차서에 따라 수행되었고 점검결과도 관련기준 및 요건을 만족하였다. 또한 화재방호운영계획이 관련 요건에 따라 수립되어 이행되고 있음을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 설계 및 공사방법에 관한 설명서(제XI장 화재방지설비)
2) 한국원자력연구원 새빛연료동 화재방호계획서(SABIT-FPP-01)
3) 한국원자력연구원 새빛연료동 운영절차서(AFSB-OP-M-02, 소방설비점검)
4) 2019년도 소방시설 종합정밀점검 실시결과보고서
5) 2020년도 소방시설 작동기능점검 실시결과보고서

7. 환기시설

□ 검사지적사항 : 없음

7.1 공기조화 및 환기계통 점검

검사원 : 정 진 석

가. 검사내용

1) 점검절차서 유지관리 및 측정장비 검·교정
2) 계통 풍량 점검
3) 계통 부압 유지상태 점검
4) 급기/배기 팬 연동기능 점검
5) 송풍기 및 관련 기기 점검

나. 검사결과

공기조화 및 환기계통 점검은 연구용원자로 연료가공시설 공기조화계통 및 관련 설비의 성능 및 건전성을 확인하기 위해 수행한다. 연구용원자로 연료가공시설 내 풍량 및 부압 측정값이 허용기준을 만족해야 하고, 공기조화계통 내 기계설비 점검 및 송풍기 연동시험 결과가 관련 절차서의 판정기준을 만족하여야 한다. 공기조화 및 환기계통의 성능 및 건전성을 확인하기 위한 검사 결과는 다음과 같다.

1) 점검절차서 유지관리 및 측정장비 검·교정

공기조화 및 환기계통 점검을 위한 공조기 관리 절차서(AFSB-OP-M-01)에 대하여 검토하였다. 서류검토 및 담당자 면담 결과 공조기 관리 절차서는 설계 및 공사방법에 관한 설명서 제12장(환기설비)의 내용을 반영하여 적합하게 작성 및 관리되고 있음을 확인하였다. 또한 공기조화 및 환기계통 차압계의 검·교정이 품질요건에 따라 수행되었으며 검·교정 일자도 유효기간 이내임을 확인하였다.

2) 계통 풍량 점검

연구용원자로 연료가공시설 공기조화 계통의 풍량 점검은 공조기 관리 절차서에 따라 18개월 주기로 수행되었으며, 2020년 3월 수행된 풍량 측정시험에 대한 기록지를 검토한 결과, 측정유량은 급기 송풍기(Air Handling Unit, AHU M552)가 29,937 m^3/hr이고, 배기 송풍기(Air Cleaning Unit, ACU M556)가 28,728 m^3/hr으로, 절차서의 판정기준(AHU M552 : 29,300 m^3/hr ± 10%, ACU M556 : 31,500 m^3/hr ± 10%)을 만족함을 확인하였다.

3) 계통 부압 유지상태 점검

연구용원자로 연료가공시설 구역 3(UO_2 소결체와 같은 비부유성 개봉우라늄 취급 지역) 지역의 부압 측정이 공조기 관리 절차서에 따라 1개월 주기로 수행되고 있음을 확인하였다. 지난주기 이후의 부압측정 기록을 검토한 결과, 부압측정 값이 -4.0 ~ -4.5 ㎜Aq 범위이내로 절차서의 판정기준(-3 ~ -6 ㎜Aq)을 만족함을 확인하였다.

4) 급기/배기 팬 연동 기능 점검

연구용원자로 연료가공시설 공기조화계통 급기 및 배기 팬의 연동기능 확인 시험이 공조기 관리 절차서에 따라 1년 주기로 수행되었음을 확인하였다. 연동시험 결과기록지 검토 및 담당자 면담을 통해 확인한 결과, 풍량 설정값 불만족시 운전중인 팬 정지 및 대기중인 팬 자동기동, 대기중인 팬 기동 후 1분 이내에 풍량 설정값 불만족시 운전중인 팬 정지, 배기 송풍기 2대 정지 시 급기 송풍기 자동정지 등의 연동시험 결과가 절차서의 판정기준을 만족하였다.

5) 송풍기 및 관련 기기 점검

송풍기 및 관련 공기조화계통 기기 점검이 공조기 관리 절차서에 따라 1개월 주기로 수행됨을 확인하였다. 송풍기 베어링, 모터 등 기계설비의 소음, 진동 및 작동상태 점검결과, 특이사항이 없이 양호함을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결론

연구용원자로 연료가공시설 공기조화계통에 대한 점검결과, 급기 및 배기 송풍기의 연동기능이 정상적으로 작동하며, 풍량 및 부압 측정값이 허용기준을 만족함을 확인하였다. 또한 송풍기 및 기타 관련 기기에 대한 육안점검 및 진동/소음에 대한 점검결과, 연결 상태 등이 양호하였으며, 과도한 진동 및 소음이 발생하지 않아 기기 성능이 건전함을 확인하였다.

마. 참고문헌

1) 연구용원자로 연료가공시설 설계와 공사방법에 관한 설명서 XII장, “환기계통”
2) 연구용원자로 연료가공시설 운영지침서 OPM-RF-02 “공조기 관리”
3) ERDA 76-21, “Nuclear Air Cleaning Handbook”
4) ANSI N510, “Testing of Nuclear Air-Cleaning Systems”

7.2 환기설비 여과기 점검

검사원 : 김 성 일, 김 경 미

가. 검사내용

1) 여과기 차압관리
2) 환기설비 풍량확인
3) HEPA 여과기 성능시험
4) 절차서 유지 및 관리
5) 압력계 유지 및 관리

나. 검사결과

1) 여과기 차압관리

환기설비 여과기군 (Filter Unit)을 구성하는 HEPA 여과기는 교체기준(50 mmWG) 차압을 초과할 경우 교체되어야 한다. 매월 수행되는 자체검사 기록지를 검토한 결과 차압(30~33 mmWG)이 기준치 이내로 만족하고 있으며, 현장확인(2020.6.17)을 통해 여과기 차압관리를 적절히 유지하고 있음을 확인하였다.

2) 환기설비 풍량확인

환기설비의 풍량은 여과기 교체시 및 매 18개월 마다 점검하여야 하며, 풍량은 설계치±10% 이내의 범위에서 유지되어야 한다. 가공시설 환기설비의 설계유량은 31,500 CFM 이다. 최근 환기계통(M556) 여과기의 풍량시험 시험기록지(2020.3.10)를 검토한 결과 풍량(28,728CFM)은 <표 1>에 기술된 바와 같이 관련 기준을 만족하였다.

3) HEPA 여과기 성능시험

18개월 주기로 환기설비의 풍량과 차압이 설계기준을 만족하는 조건에서 HEPA 여과기의 DOP(Di-Octyl Phthalate) 누설시험을 수행함으로써 해당 여과기군이 99.95% 이상의 제거효율을 확보하고 있음을 입증하여야 한다. 최근 환기계통(M556) 여과기의 성능시험 시험기록지(2020.3.10)를 검토한 결과 HEPA 여과기 누설률(0.006%)은 <표 1>에 기술된 바와 같이 관련 기준(<0.05%)을 만족하였다.

4) 절차서 유지 및 관리

운영절차서 AFSB-OP-M-01 “공조기 관리”를 검토한 결과 시험방법, 절차 및 판정기준 등은 적절하게 기술되어 있음을 확인하였다. 또한 환기설비 관리상태를 확인한 결과, 당해 설비는 건전성을 유지할 수 있도록 절차에 따라 주기적으로 시험, 검·교정 및 측정을 실시하도록 적합하게 관리되고 있음을 확인하였다.

5) 압력계 유지 및 관리

배기필터 하우징 누설시험은 하나로 핵연료가공시설 운영절차서 AFSB-OP-M-01(공조기 관리)에 의거하여, 사용 후 매 10년마다 1회 이상 수행되어야 하는데, 가장 최

근 이에 대한 누설시험을 수행(2013.12.20)함을 확인하였다. 시험기록지를 검토한 결과, 누설량은 0.4 m^3/h 으로 동 절차서에 제시된 허용 누설량(31.5 m^3/h 이하)을 만족함을 확인하였다. 또한, 최근(2020.3.10.) 수행된 차압계 교정기록 검토결과 적합함을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결 론

연구로원자로연료 가공시설의 환기시설 여과기 성능시험은 관련 절차서에 따라 적합하게 수행되었으며, 시험 결과는 관련 기준을 만족하였다.

마. 참고문헌

1) ANSI N 510-1980 : Testing of Nuclear Air-Cleaning Systems
2) ANSI N 509-1989 : Nuclear Power Plant Air-Cleaning Units and Components
3) ERDA 76-21 : Nuclear Air Cleaning Handbook
4) 연구로 핵연료가공시설 설계 및 공사방법 설명서
5) 연구로 핵연료가공시설 안전관리규정
6) 하나로 핵연료가공시설 운영절차서 AFSB-OP-M-01 “공조기 관리”

바. 첨부자료

<표 1> 공기정화계통 여과기군 성능시험 결과

<표 1> 공기정화계통 여과기군 성능시험 결과

기기 번호	풍 량(CFM)		차압 (mm WG)		DOP TEST	비 고 (분석일/수행일)
	설계치	측정치*	설계치	측정치	< 0.05%	
M556	31,500	28,728	50	33	0.006	2020.3.10

* 풍량은 설계치(31,500CFM)±10% 범위로 유지되어야 함.

8. 부대시설

□ 검사지적사항 : 없음

8.1 크레인 점검

검사원 : 정 진 석

가. 검사내용

1) 점검절차서 유지관리 및 측정장비 교정
2) 크레인 유지보수 관리의 적절성
3) 크레인 육안점검
4) 크레인 및 안전장치 작동상태 점검
5) 크레인 하중 시험

나. 검사결과

크레인 점검은 연구용원자로 연료가공시설 크레인 및 관련 설비의 건전성 유지여부 및 작동상태를 확인하기 위해 수행한다. 크레인 주요부품에 대한 육안점검 및 안전장치에 대한 작동시험 결과가 관련 절차서의 판정기준을 만족해야 한다. 크레인 및 관련 설비의 건전성 및 작동상태를 확인하기 위한 검사 결과는 다음과 같다.

1) 점검절차서 유지관리 및 측정장비 교정
연구용원자로 연료가공시설 크레인 운전 및 점검을 위한 크레인 관리 절차서(AFSB-OP-M-03)에 대하여 검토하였다. 서류검토 및 담당자 면담 결과, 크레인 관리 절차서는 산업안전보건법 등의 내용을 반영하여 적합하게 작성 및 관리되고 있음을 확인하였다. 또한 크레인 설비 점검을 위한 측정장비(내/외측 캘리퍼스, 레이저 거리측정기 등)의 검・교정이 품질요건에 따라 수행되었으며 검・교정 일자도 유효기간 이내임을 확인하였다.

2) 크레인 유지보수 관리의 적절성
연구용원자로 연료가공시설 크레인(3톤 용량)에 대한 점검은 크레인 관리절차서에 따라 1개월 주기로 전문업체((주)코리아종합안전)에 의해 수행되고 있음을 확인하였다. 담당자 면담을 통해 지난주기 정기검사 이후에 수행된 설계변경 및 고장·정비 사항은 없음을 확인하였다. 또한 크레인 사용자에 대한 실무교육 및 산업안전교육을 주기적으로 실시하는 등 유지보수 및 관리를 적절히 수행하고 있음을 확인하였다.

3) 크레인 육안점검

연구용원자로 연료가공시설 크레인 육안점검은 크레인 관리절차서에 따라 1개월 주기로 수행되었으며, 지난주기 정기검사 이후에 수행된 점검기록에 대한 검토 및 담당자 면담을 통해 확인한 결과, 주행레일의 상태, 케이블 및 퓨즈의 체결상태, 횡행용 스토퍼의 부착상태, 트롤리 볼트 풀림유무, 와이어 로프의 상태(단선/마모/꼬임/부식 발생 여부)가 절차서의 판정기준을 만족함을 확인하였다.

4) 크레인 및 안전장치 작동상태 점검

크레인 및 안전장치 작동상태 점검은 크레인 관리절차서에 따라 1개월 주기로 수행되었으며, 지난주기 정기검사 이후에 수행된 점검기록에 대한 검토 및 담당자 면담을 통해 확인한 결과, 권과방지장치, 비상정지장치, 과부하방지장치 및 충돌방지장치 등 크레인 및 안전장치에 대한 작동시험이 검사기준에 적합함을 확인하였다.

5) 크레인 하중 시험

연구용원자로 연료가공시설 크레인 하중 시험은 안전관리 규정 제50조(시설의 순시, 점검 및 자체정기검사)제6항에 따라 1년 주기로 수행되었으며, 현장입회(2020년 6월 16일)를 통해 110%(3.3톤) 부하시험을 확인한 결과, 거더처짐량(6.00㎜)이 판정기준(스판길이(19,000㎜)/800 = 23.75㎜ 이하)을 만족함을 확인하였다.

다. 문제점 및 시정조치사항

없음

라. 결론

크레인에 대한 점검이 관련 절차서에 따라 적절히 수행되었으며, 주요 부품에 대한 육안점검과 안전장치에 대한 작동여부 점검결과, 주요 부품의 상태가 양호하고 안전장치가 설정범위 이내에서 정상적으로 작동하였음을 확인하였다. 또한 1년 주기로 수행되는 크레인 하중 시험결과(거더처짐량 6.00 ㎜)는 판정기준(23.75 ㎜ 이하)을 만족하였다.

마. 참고문헌

1) 새빛연료동 운영절차서 AFSB-OP-M-03, “크레인 관리”

V. 향후 후속조치가 필요한 사항 등

없음

VI. 투입인력 및 검사원 피폭

1. 투입인력

가. 핵연료주기시설의 성능에 관한 검사

검사시설	검사항목	투입인력(man-hour)						
		현장검사				검사준비 및 보고서작성	이동	소계
		서류	현장 확인	면담	소계			
핵연료성형시설	핵연료성형시설 임계안전성 점검	5	2	1	8	15	1	24
핵연료저장시설	핵연료저장시설 임계안전성 점검	5	2	1	8	15	1	24
방사성폐기물처리 및 저장시설	방사성폐기물관리 점검	8	2	2	12	30	2	44
방사선관리시설	방사선 감시계통 점검	4	2	2	8	8	2	18
	임계경보설비 점검	2	1	1	4	4	2	10
	방사선관리 점검	4	2	2	8	8	2	18
	기상관측 및 시설관리 점검	5	3	2	10	8	2	20
	환경방사선/능 관리점검	12	4	7	23	10	8	41
비상전원 공급시설	비상디젤발전기 점검	1	6	2	9	4	1	14
	무정전전원 공급장치 점검	2	3	1	6	4	1	11
화재방호시설	화재방호계통 점검	8	5	3	16	10	4	30
환기시설	공기조화 및 환기계통 점검	3	2	2	7	6	1	14
	환기설비 여과기 점검	2	1	1	4	5	1	10
부대시설	크레인 점검	3	2	2	7	6	1	14
소 계		64	37	29	130	133	29	292

나. 검사분야별 총 투입인력

검사분야	투입인력(man-hour)						
	현장검사				검사준비 및 보고서작성	이동	소계
	서류	현장 확인	면담	소계			
안전해석	10	4	2	16	30	2	48
방사선	35	14	16	65	68	18	151
전 기	3	9	3	15	8	2	25
화재방호	8	5	3	16	10	4	30
환기계통	5	3	3	11	11	2	24
기 계	3	2	2	7	6	1	14
소 계	64	37	29	130	133	29	292

※검사투입인력은 검사단장, 검사총괄자, 각 분야별 검사반장, 검사지원인력의 회의 참석, 총괄 및 지원 등을 제외한 실제 검사에 참여한 인력임.

2. 검사원 피폭

검 사 원	총 피폭량(mSV)	비 고
전 검사원	0.0	
계	0.0	

※ 기록준위는 방사선작업종사자에 대한 피폭방사선량을 관리하기 위한 최소값으로서, 그 값은 0.1mSv임.

부록 1. 정기검사 권고사항표

구분	제 목	발급번호
권고	비상발전기 기동용 축전지 관리방안 수립 권고	20-05-003
권고	핵임계도해석보고서 개정사항 관리 개선	20-05-004

[별지 제3호 서식]

권고사항표(제7조제1항 관련)																		
①관리번호	2	0	-	0	5	-	0	0	3	②검사종별	0	6	-	02				
④수검기관	4	3	한국원자력연구원 (가공시설)							⑤원자로 분류						⑥검사대상		
⑦검 사 자	월성규제실 박지정(서명)									⑧검사일자	'20. 7. 3.							
⑩수 검 자	연구로핵연료개발부 박종만(서명)									⑨발급일자	'20. 7. 8.							
⑬제 목	비상발전기 기동용 축전지 관리방안 수립 권고																	

⑭미비점 및 권고내용

비상발전기는 기동용 축전지를 통하여 기동되도록 설계되어 있으며, 월간 상태 점검 및 연간 성능시험시 축전지 충전전압, 충전전류, 단자전압 측정을 통하여 기동용 축전지의 건전성을 확인하고 있으나, 비상발전기 연간 성능시험 중 기동용 축전지 불량 및 예비품 확보 미흡 등으로 비상발전기 운전요구 조건 발생시 즉각 기동하지 못하여 적절한 운전가능성을 확보하지 못함을 확인함. 따라서 비상발전기의 운전가능성을 확보할 수 있도록 기동용 축전지 건전성 확인 강화 및 예비품 구비 등의 관리방안을 수립할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. 설계 및 공사 방법에 관한 설명서 '제 X 장. 비상전원 공급시설'

4.1 비상발전기

(1) 디젤기관

정전 시 자동시동을 확실하게 수행하는데 우수한 디젤기관은 4 사이클 작동방식으로 냉각방식은 공랭식 라디에이터 팬을 이용한 냉각방식이며, 시동은 축전지 설비(축전지와 충전장치)에 의한 전기방식을 사용하고 연료는 경유를 사용한다.

2. 새빛연료과학동 운영절차서(비상발전기 성능시험 및 점검, AFSB-OP-E-01, Rev. 10)

8. 사용양식

8.1 새빛연료과학동 비상발전기 월간 점검표(AFSB-OP-E-01-01)

- Meter류(Battery meter), 충전장치 및 Battery(Battery charger 작동여부, Battery AM meter 작동여부, Battery case 파손여부 등) 점검항목

8.3 새빛연료과학동 비상발전기 부하시험 운전중 점검표(AFSB-OP-E-01-03)

- 엔진 제어반(축전지전압) 점검항목

[별지 제3호 서식]

권고사항표(제7조제1항 관련)

①관리번호	2	0	-	0	5	-	0	0	4	②검사종별	0	6	-	02				
④수검기관	4	3	한국원자력연구원 (가공시설)							⑤원자로 분류					⑥검사대상			
⑦검 사 자	안전해석실 우승용 (서명)									⑧검사일자					‘20. 7. 3.			
⑩수 검 자	연구로핵연료개발부 박종만 (서명)									⑨발급일자					‘20. 7. 8.			
⑬제 목	핵임계도해석보고서 개정사항 관리 개선																	

⑭미비점 및 권고내용

연구용원자로 연료가공시설의 “설계 및 공사방법에 관한 설명서” 본문에는 연료가공시설의 핵임계도 안전성관련 내용이 기술되어 있고, 상세 내용은 부록인 핵임계도해석보고서에 기술되어 있음.

따라서 연구용원자로 연료가공시설의 설계와 운영의 근간이 되는 핵임계도해석보고서가 개정되더라도 개정사항을 독립적으로 추적, 확인하는데 어려움이 있음.

이를 개선하기 위하여 핵임계도해석보고서에 독립적으로 개정이력 및 작성자, 검토자, 승인자를 명시하여 관리할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. 원자로시설의 기술기준에 관한 규칙 77조(서류관리)제1항1호
   - 권한을 부여받은 자 또는 부서에 의한 서류의 적합성 검토 및 작성 승인

부록 2. 중점검사항목 검사결과

1. 핵연료 성형시설 임계안전성 점검

가. 배경

연구용 핵연료 성형시설의 핵임계사고를 방지하기 위하여 각종 장치들의 규격과 취급하는 핵연료물질의 양이 핵임계도해석보고서의 내용과 부합하는지 중점적으로 확인하였다.

나. 검사결과

연구용핵연료가공시설의 U_3Si 분말 원심분무 공정, U_3Si 분말 열처리 및 체치기 공정, 분말 혼합 및 압분 공정, 핵연료심 압출 및 인발 공정 등 세부공정에 대하여 입회 및 서류검토를 통해 핵임계 안전성을 점검하였다. U_3Si 분말 원심분무 공정은 금속 우라늄과 Si를 용융시켜 원심분무를 통하여 U_3Si 분말을 만들어 내는 공정으로 한번에 5kg 이하의 핵물질을 처리할 수 있으며 U_3Si 분말은 우라늄 기준 1.75 kg 이하의 Sub-batch 단위로 처리되어 본 공정에서 처리되는 핵연료물질의 양이 설계 및 공사방법에 관한 설명서에 기술된 제한치(우라늄 금속 5 kg) 이하로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. U_3Si 분말 열처리 및 체치기 공정은 U_3Si 분말을 열처리한 후 채치기를 통해 입자의 크기를 선별하며 취급되는 U_3Si 분말의 양은 한 batch당 우라늄 기준 1.75 kg 이하로 설계 및 공사방법에 관한 설명서의 제한치인 우라늄 기준 5 kg 이하이며 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. 균질혼합 및 압분 공정은 핵연료 심재의 조성을 만들기 위해 U_3Si 분말과 Al 분말을 혼합, 압분하며 1 batch의 U_3Si 분말이 Al 분말과 함께 투입되며 혼합공정에 사용된 1 batch의 U_3Si-Al 혼합분말의 양이 우라늄 기준 1.75 kg 이하로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. 핵연료심 압출 및 인발 공정은 U_3Si-Al 분말을 압분한 pellet을 압출, 인발하여 핵연료심을 만들며 1회에 처리하는 핵물질양은 500g 이하로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. 연구로 핵연료 성형시설에 대한 핵임계도해석보고서와 핵연료 제조공정을 비교, 검토한 결과 핵임계도해석보고서의 내용과 각 공정이 부합함을 확인하였다. 다만 핵임계도해석보고서가 “설계 및 공사방법에 관한 설명서”의 부록으로 되어 있어 핵임계도해석 관련 내용의 변경이 있을 경우 이를 추적하기가 어려우므로 핵임계도해석보고서에 독립적으로 개정이력 및 작성자, 검토자, 승인자를 명시하여 관리하도록 권고사항(20-05-004)을 발급하였다.

2. 핵연료 저장시설 임계안전성 점검

가. 배경

핵연료 저장시설의 핵임계사고를 방지하기 위하여 우라늄 금속, U_3Si 분말, 핵연료봉 및 핵연료집합체 등을 저장하는 LEU(저농축우라늄) 저장실과 성형·가공 중 발생하는 우라늄 스크랩을 저장하는 스크랩 저장실에 대하여 저장되는 핵연료물질의 양과 저장상태를 핵임계 안전성 측면에서 심층 검사하였다.

나. 검사결과

LEU 저장실에 저장되는 우라늄 금속 및 분말은 저장랙의 전용 용기에 보관되며, 저장용기 내 질량이 제한치인 우라늄 금속 5 kg, U_3Si 분말 3.5 kg을 각각 초과하지 않았으며 각 우라늄 금속 및 스크랩 용기들이 설공서와 같이 60cm 이상 이격되어 있어 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. LEU 저장실에 설치된 6개의 핵연료봉 서브랙은 6개의 층으로 구성되어 각 층에는 설공서에 기술된 바와 같이 2kg 이하의 연료봉을 저장하고 있으며 층간 간격이 48 cm로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. 핵연료집합체 저장랙은 설공서에 기술된 바와 같이 36봉 집합체 30개, 18봉 집합체 21개 등 총 51개의 핵연료집합체를 수직으로 세워서 보관하도록 막힌 구조로 되어 있어서 임의로 집합체를 저장할 수 없으며 용기 사이의 거리는 30 cm로 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다. 스크랩저장시설에 설치된 스크랩 저장랙은 46개로 총 161개의 저장용기가 설치되어 있으며 설공서에 기술된 바와 같이 저장용기 사이의 거리가 최소 60cm이상 그리고 층간 높이가 68cm였으며, 각 저장용기에 저장된 스크랩은 우라늄 질량을 기준으로 3.5kg 이하로 저장되어 핵임계 안전성을 만족함을 확인하였다.

(공백)

간 행 물 정 보 양 식

보고서번호	제목/부제
KINS/AR-901 , Vol.11	한국원자력연구원 핵물질가공사업 연구용원자로 연료가공시설 2020년도 제17차 정기검사보고서
연구책임자 / 부서명	김병일/핵주기PM
연구자 / 부서명	안상면 외 23명/폐기물해체규제단, 원자력검사단, 안전평가단, 비상대책단

발행기관	한국원자력안전기술원	발행지	대전	발행일	2020.07.
페이지	44 p.	도 표	유 (○) 무 ( )	크 기	A4
참고사항					
공개여부	공개(○) 비공개( )		보고서 종류		정기검사
연구위탁기관			계 약 번 호		

초록 (200단어 내외)	한국원자력연구원 핵연료가공사업 연구용원자로 연료가공시설(새빛연료동)의 제17차 정기검사에서는 총 24명이 참여하여 원자력안전법 제37조(검사), 원자력안전법 시행령 제58조(정기검사) 및 원자력안전법 시행규칙 제43조(준용규정)에 따른 동 시행규칙 제35조(정기검사)에 따라 총 8개 검사대상시설의 성능에 대하여 14개 검사항목에 대한 검사를 수행함. 검사결과, 핵물질가공사업 연구용원자로 연료가공시설(새빛연료동)에 대한 정비·점검 및 시험이 관련 규정 및 절차에 따라 적절히 이루어졌으며, 동 시설의 성능이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 내지 제95조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인함. 다만 검사과정에서 2건의 권고사항이 도출되어 시정조치를 요구함. 따라서 한국원자력연구원의 연구용원자로 연료가공시설은 (1) 원자력안전법 제36조의 규정에 의한 기술기준에 적합하게 운영되고 있고, (2) 연구용원자로 연료가공시설의 성능이 원자력안전법 시행령 제55조의 규정에 따른 시설검사에 합격한 상태로 유지되고 있으므로 원자력안전법 시행령 제58조의 정기검사 합격기준을 만족하였음.
주제어 키워드 (10단어 내외)	한국원자력연구원, 핵연료주기사업, 핵연료가공시설, 연구용원자로 연료가공시설, 정기검사