

KINS/GE-F001

# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

2019.12.30.



**한국원자력안전기술원**  
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공 백)

# 지침의 목적과 적용

## I. 목적

본 심사지침은 한국원자력안전기술원이 수탁한 핵연료주기시설의 허가를 위한 안전심사업무를 수행하는데 필요한 검토지침을 제공하기 위해 작성되었다. 본 심사지침 제정의 기본목적은 핵연료주기시설의 건설 및 운영에 따른 작업자, 일반대중 및 환경에 대한 방사선 위험을 저감하기 위하여 검토자가 수행하는 심사업무의 기술적 일관성을 보장하고, 규제기관의 검토원칙, 주안점 및 검토방향 등에 관한 정보를 원자력 인허가 신청자 등에게 제공하는 데 그 목적이 있다.

## II. 관련 상위 근거기준(상위법령, 고시 등)

- 원자력안전법 제35조(핵연료주기사업의 허가 등)
- 원자력안전법 시행규칙 제40조(가공사업허가의 신청 등) 및 준용규정
- 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙
- 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙
- 원자력안전위원회고시
- 핵연료주기시설 안전성심사업무처리 세부규정

## III. 적용범위

본 심사지침은 핵연료주기시설 중 핵연료가공사업의 안전심사에 적용한다. 다만, 시설 특성으로 인해 적용하기 어려운 사항이나 적용할 필요가 없을 때에는 해당 항목을 제외할 수 있다.

본 심사지침을 적용하는데 필요한 관련 기술기준은 현재 원자력안전법령에 따른 기술기준을 준용하며, 만일 선별 적용 가능한 규정에 대해서는 인허가 신청자와 상호협의를 통해 결정할 수 있다.

(공 백)

# 목 차

<b>제 1 장 시설개요</b> .....	<b>1</b>
1.1 시설 및 공정설명 .....	1
1.2 제도적 정보 .....	4
<b>제 2 장 부지특성 및 구조안전성</b> .....	<b>6</b>
2.1 지리 및 인구 .....	6
2.2 인근의 산업, 수송 및 군사시설 .....	9
2.3 기상 .....	12
2.4 수문 .....	15
2.5 지질, 지진 및 지질 공학 .....	19
2.6 구조물 .....	22
<b>제 3 장 기계재료</b> .....	<b>28</b>
3.1 연료 취급 장치 .....	28
3.2 재료 및 구조 .....	32
3.3 공기조화계통 .....	37
<b>제 4 장 책임계안전성</b> .....	<b>42</b>
4.1 책임계안전성 .....	42
<b>제 5 장 방사선방호</b> .....	<b>48</b>
5.1 방사선방호의 최적화 .....	48
5.2 방사선원 .....	53
5.3 방사선방호설계 .....	58
5.4 방사선안전관리계획 .....	67

<b>제 6 장 방사성폐기물관리</b> .....	<b>75</b>
6.1 액체방사성폐기물 관리계통 .....	75
6.2 기체방사성폐기물 관리계통 .....	81
6.3 고체방사성폐기물 관리계통 .....	87
<b>제 7 장 계측제어 및 전력계통</b> .....	<b>92</b>
7.1 계측제어계통 .....	92
7.2 전력계통 .....	96
<b>제 8 장 화재방호</b> .....	<b>101</b>
8.1 화재방호 운영계획 .....	101
8.2 화재위험도 분석 .....	105
<b>제 9 장 비상계획</b> .....	<b>112</b>
<b>제 10 장 환경영향평가</b> .....	<b>113</b>
10.1 운영전 환경감시 .....	113
10.2 운영중 환경감시 .....	117
10.3 주민피폭선량평가 .....	120
<b>제 11 장 사고해석</b> .....	<b>128</b>
11.1 책임계사고 .....	128
11.2 UF <sub>6</sub> 누출사고 .....	131
<b>제 12 장 품질보증</b> .....	<b>135</b>
12.1 품질보증 .....	135

## 안전규제지침 제·개정 이력카드

제 목 : 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

5							
4							
3							
2	'19.12.30	심사·검사경험 반영 등	해당실	김병일	안상면		
1	'16.11.15	심사경험 반영 등	해당실	송민철	장재권		
제정	'15.04.10	제정	해당실	송민철	김완태		
제/개정번호	일 자	개정내용	작성자	검토자	승인자		
개정번호		0	1	2	3	4	5
검토부서							
사업총괄(핵주기PM)		○		○			
안전해석실		○	○				
기계·재료평가실		○		○			
계측·전기평가실		○	○				
계통평가실		○	○	○			
구조·부지평가실		○	○	○			
방사선평가실		○	○	○			
품질평가실		○	○				
환경방사능평가실		○	○	○			
원자력비상대책실		○		○			

\* 참고사항



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 1 장 시설개요

### 제 1.1 절 시설 및 공정설명

검토주관: 심사총괄 담당부서

#### I. 검토분야

본 검토분야에는 신청자 및 신청 시설에 대한 개략적인 논의사항과 관련하여 다음 사항이 포함된다.

1. 신청서에 관한 정보
2. 시설의 목적 및 용도
3. 지리적 위치
4. 시설건물, 구조물, 유해물질 저장구역, 현장 도로, 주요 출입경로의 위치가 표시된 축척 도면
5. 각 시설의 특징을 포함한 공정설명

#### II. 허용기준

허용기준은 다음과 같은 규제요건을 만족하기 위한 것이다.

##### 규제요건

1. 원자력안전법 제35조, “핵연료주기사업의 허가 등”



2. 원자력안전법 제36조, “허가 등 기준”
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙
4. 관련 원자력안전위원회 고시 일체

### **안전심사지침 허용기준**

1. 인허가 신청서류의 목적을 명시하여야 한다.
2. 신청자를 명시하여야 한다.
3. 시설의 위치, 목적 및 용도를 개략적으로 기술하여야 한다.
4. 신청자는 주요 건물 및 기기의 일반배치도를 제시하여야 하며, 평면도 및 정면도가 포함되어야 한다.
5. 인허가 심사시 고려되어야 하는 사항에 영향을 주는 시설의 기본 특성을 개략적으로 기술하여야 한다.
6. 안전과 관련된 기본사항을 언급하기 위하여 포함되어야 하는 설계 및 위치 특성을 포괄적으로 기술하여야 한다.
7. 원재료, 부산물 등의 흐름을 파악할 수 있는 공정별 특성을 기술하여야 한다.

### **Ⅲ. 검토절차**

검토자는 서식 및 내용에 관한 본 심사지침에서 요구하는 모든 정보를 신청자가 제출하였음을 확인하여야 한다.

검토자는 신청자 및 신청된 시설이 규제기관의 규제범위 내에 있으며, 시설의 상세 정보가 인허가서류에 제시되어 있는 주요 평가결과가 요약된 정보가 본 절에 포함되어 있음을 확인하여야 한다.

### **Ⅳ. 평가결과**

검토자는 허용기준에 따른 내용이 인허가서류에 적합하게 반영되어 있는지를 확인하고, 시설 기능 및 특성이 전체적으로 이해할 수 있도록 구성되었는지 확인한다.

검토자는 평가되어야 하는 인허가사항을 확인하여야 한다. 신청 및 보완날짜, 신청자가 제출한 문서를 정리 및 기록하며 공개 가능한 자료에 대한 정보를 제공한다. 검토 목적을 명시하고 검토에 적용되는 규제요건 및 기술기준을 제시한다.

## V. 참고문헌

1. “원자력안전법”
2. “원자력안전법 시행령”
3. “원자력안전법 시행규칙”
4. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”
5. “Standard Review Plan (SRP) for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility”, USNRC, NUREG-1537 Part 1, 1996”, USNRC, NUREG-1520



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 1 장 시설개요

### 제 1.2 절 제도적 정보

검토주관: 심사총괄 담당부서

#### I. 검토분야

규제기관이 부과하는 요건을 준수하는 것이 시설 안전에 대한 운영 조직의 책임을 경감시키지 않는다. 시설에 관한 모든 안전 측면의 책임은 운영자에게 있다. 신청자는 시설의 소유자, 운영조직, 건설사, 주계약업체 및 자문기관 등에 관한 정보를 제시하고, 검토자는 이를 확인하여야 한다.

#### II. 허용기준

허용기준은 다음과 같은 규제요건을 만족하기 위한 것이다.

##### 규제요건

1. 원자력안전법 제36조 (허가 등 기준)
2. 원자력안전법 시행규칙 제34조(기술능력)
3. 원자력안전법 시행규칙 제43조(준용규정)

##### 안전심사지침 허용기준

1. 시설의 소유자, 운영조직, 건설사, 주계약업체 및 자문기관이 명시되어야 한다.
2. 시설의 소유자, 운영조직, 건설사, 주계약업체 및 자문기관들의 능력, 신뢰도, 자원, 조직 구조 및 역량에 대한 정보를 제시하고 여기에는 시설에 대한 경험을 가지고 있는지 여부를 포함하여야 한다.
3. 원자력안전법 시행규칙 제34조에 따른 기술능력을 확보하여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 신청자가 제시한 운영자 및 협력업체에 관한 정보를 검토하여 허용기준을 만족하는지 검토하고, 안전에 대한 책임을 다할 수 있는 능력, 신뢰도, 자원, 조직 구조 및 역량을 갖추고 있는지를 판단하여야 한다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지를 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있도록 충분한 검토가 이루어졌는지를 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자가 명시한 시설의 소유자, 운영조직, 건설사, 주계약업체 및 자문기관을 확인하고, 그에 관한 정보를 검토하였다. 그 결과, 안전에 대한 책임을 다할 수 있는 능력, 신뢰도, 자원, 조직 구조 및 역량을 갖추고 있다.
2. 원자력안전법 제34조에서 요구하는 기술능력을 확보하고 있다.

### Ⅴ. 참고문헌

1. “Safety of Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008
2. “Standard Review Plan (SRP) for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility” , USNRC, NUREG-1537 Part 1, 1996” , USNRC, NUREG-1520



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.1 절 지리 및 인구

검토주관: 구조부지 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료주기시설의 안전성과 대중의 건강 및 안전을 입증하는데 필요한 부지 및 주변 지역의 지리적 특성과 인구분포특성이 충분히 제시되었는지를 검토한다. 지리적 특성에 관한 자료에는 핵연료주기시설의 위치(위도 및 경도 그리고 TM 좌표), 운영구역, 부지경계, 제한구역, 저인구지대, 인구중심지거리, 공공시설 및 기타 방사능물질의 누출 및 확산에 영향을 줄 수 있는 지형지물에 관한 사항이 포함되어있음을 확인하여야 한다. 검토자는 또한 부지 주변의 현재 및 핵연료주기 시설 운영 기간 매 10년 단위로 추정되는 인구의 분포특성이 도면과 함께 합리적으로 제시되었으며 평가결과가 최근에 조사된 공신력 있는 기관의 자료를 이용하여 합리적인 평가방법에 의해 도출되었는지를 함께 검토한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 지리 및 인구에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제5조(위치제한)
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제10조(다수기 건설)

3. 원자력안전위원회 고시 제2017-15호 별표 2항(원자로시설의 위치제한에 관한 지침)

### 안전심사지침 허용기준

1. 핵연료주기시설과 그 위치에 대한 지리 및 인구분포 특성에 관한 기술 내용은 최근에 조사된 공신력 있는 기관의 자료를 이용하여 합리적인 평가방법에 의해 제시되어야 한다.
2. 신청자가 제시한 제한구역, 저인구지대, 인구중심지에 대한 기술내용은 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

이 절의 허가서류 내용은 다른 장에서 수행된 평가를 위한 기초가 된다. 그러므로 검토자는 부지 관련 정보들이 제안된 핵연료주기시설 부지 주변의 인구분포와 연계된 현안들의 계속적인 분석에 충분한지를 확인하여야 한다.

검토자는 허가서류의 “사고해석” 분야에서 제시하는 평가결과와 비교하여 제한구역 및 저인구지대까지의 거리를 확인하여야 한다. 허가서류에 명시된 거리를 확인하고 각 경계와 도로, 철로, 수로 등의 주요지형지물의 특성, 거리, 방향 등을 파악할 수 있는 도면이 사용되었는지를 확인하여야 한다.

검토자는 현장조사를 통하여 해당 부지의 물리적 특성과 인접 지역과의 관련성을 파악하고, 허가서류의 심사에 필요한 현장정보를 수집한다. 일반적으로 현장조사는 허가서류에 대한 초기 검토가 완료되고 추가 정보요청이 신청자에게 통보된 후에 시행된다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지를 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지를 확인하여 안전심사 보고서를 작성한다.

1. 제시된 정보에는 핵연료주기시설 주변 지리 및 인구분포 특성에 대한 기재사

항은 공신력 있는 기관의 최신 통계자료를 근거로 제시되었으며, 잠재적인 방사선학적 영향을 정확히 평가할 수 있을 정도로 충분하게 제시되었다.

2. 제한구역, 저인구지대, 인구중심지에 대해 신청자가 제시한 기술내용은 관련 규제요건을 만족한다.

## V. 참고문헌

1. “Guidelines for Preparing and Reviewing Applications for the Licensing of Non-Power Reactors: Format and Content” , USNRC, NUREG-1537 Part 1, 1996
2. “Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Requirements No. NS-R-3, 2003
3. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2014
4. “Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report” , IAEA, Specific Safety Guide No. SSG-20, 2012
5. 경수로형원전 안전심사지침, 한국원자력안전기술원, KINS/GE-N001, 2.1절



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.2 절 인근의 산업, 수송, 군사시설

검토주관: 구조부지 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료주기시설의 안전운전에 영향을 줄 수 있는 인근의 기존 및 예정된 산업, 수송, 군사시설로부터 발생할 수 있는 항공기 추락, 폭발, 유해화학물질의 누출, 화재, 기타 잠재적인 재해를 확인하여야 한다. 이러한 잠재적인 재해가 핵연료주기시설의 안전운전에 미칠 수 있는 영향을 평가하여야 한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 인근의 산업, 수송 및 군사시설에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

인근의 산업, 수송 및 군사시설에 대해, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 및 원자력안전위원회 고시에 규정된 다음의 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제8조(인위적 사고에 의한 영향)
2. 원자력안전위원회 고시 제2017-15호(원자로시설의 위치에 관한 기술기준)



## 안전심사지침 허용기준

1. 핵연료주기시설 인근에서 산업, 수송, 군사시설의 위치와 이격거리가 허가서류에 기술되어야 한다.
2. 핵연료주기시설 인근에서 처리, 저장, 사용 또는 운반될 수 있는 생산품이나 물질 등을 포함하여 수행되는 활동들의 특징, 범위 등이 기술되어야 한다.
3. 핵연료주기시설에 대한 잠재적인 재해의 평가 근거를 마련하기 위하여, 유해물질에 대한 충분한 통계자료가 제공되어야 한다.
4. 핵연료주기시설 소내 또는 주변 지역에서의 발생 확률이  $10^{-7}$ /년 수준 이상인 사고로서 ‘핵연료주기시설의 안전성에 중대한 영향을 끼치기에 충분한’ 잠재적 중대성을 가진 사고를 고려하여 안전성 평가를 수행하여야 한다. 핵연료주기시설의 안전성에 유리하지 않은 물리적인 특성들이 존재하는 부지라도, 발견된 결격사항들을 보상할 수 있는 공학적 안전설비가 핵연료주기시설의 설계에 반영되어 있다면 제안된 부지는 적합한 것으로 간주할 수 있다.
5. 단, 신청대상 핵연료주기시설에 안전에 중요한 구조물, 계통, 기기가 포함되지 않는 경우에는 입지와 관련된 적용 가능한 기술기준(국토교통부고시 제 2017-417호 등)을 적용할 수 있다.

## Ⅲ. 검토절차

검토자는 인근 산업, 수송, 군사시설(진행 중이거나 예정된 시설 포함)로부터 발생할 수 있는 잠재적인 재해에 대하여, 핵연료주기시설에 미칠 수 있는 모든 위험요소가 허가서류에 충분히 설명되고 분석되었는지를 확인한다.

검토자는 현장조사를 통하여 해당 부지 인근의 산업, 수송, 군사시설 현황을 파악하고, 허가서류의 심사에 필요한 현장정보를 수집한다. 일반적으로 현장조사는 허가서류에 대한 초기 검토가 완료되고 추가 정보요청이 신청자에게 통보된 후에 진행된다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자가 핵연료주기시설의 운전에 위협을 줄 수 있는 인근의 산업, 수송, 군사시설과 활동을 기술하였으며, 이러한 시설 및 활동으로부터 발생할 수 있는 사고가 핵연료주기시설의 안전성에 영향을 주지 않음을 확인하였는지 검토하여 안전심사보고서를 작성한다.

#### V. 참고문헌

1. “Guidelines for Preparing and Reviewing Applications for the Licensing of Non-Power Reactors: Format and Content” , USNRC, NUREG-1537 Part 1, 1996
2. “Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Requirements No. NS-R-3, 2003.
3. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2014.
4. “Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report” , IAEA, Specific Safety Guide No. SSG-20, 2012.
5. “경수로형 원전 안전심사지침” , 한국원자력안전기술원, KINS/GE-N001, 2.2절
6. “경수로형 원자력발전소 규제지침” , 한국원자력안전기술원, 1.2절, 4.24절
7. 국토교통부고시 제2017-417호 “산업입지의 개발에 관한 통합지침”



# 핵연료주기시설[연료가공시설] 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.3 절 기상

검토주관: 방사선(기상) 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료주기시설의 부지선정 및 안전 운영을 입증하는데 필요한 부지 및 주변 지역의 기상 및 대기확산특성이 충분히 제시되었는지를 검토한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 기상특성 분석에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

기상특성 분석은 다음의 원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙 및 원자력안전위원 회고시에 규정된 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제6조(기상조건) : ①원자로시설은 태풍·폭설·폭우 또는 회오리바람 등의 기상현상을 조사·평가하여 심각한 사고가 일어날 가능성이 희박하다고 인정되는 곳에 설치하여야 한다. ②원자로시설은 그 시설로부터 방사성물질이 대기중에 방출되는 경우에 확산·희석되는 특성을 조사·평가하여 방사선장해가 없다고 인정되는 곳에 설치하여야 한다.
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제20조(계측 및 제어장치) 제1항 10목 :

원자로시설이 위치한 장소의 풍향·풍속·대기안정도·강우량 및 기온

3. 원자력안전위원회고시 제2017-26호 : 원자로시설 부지의 기상조건에 관한 조사·평가 기준

### **안전심사지침 허용기준**

1. 핵연료주기시설의 기상 및 대기확산 특성에 관한 기술 내용은 안전성 분석보고서의 다른 장에 제시된 분석에 필요한 근거를 제공하기에 충분히 정확하고 상세하여야 한다.
2. 부지 지역의 일반적 기후와 국지적 기상 상태에 관한 정보가 잘 문서화되어 있어 핵연료주기시설의 안전 및 운영에 대한 기상학적 영향을 신뢰성 있게 예측할 수 있어야 한다.
3. 부지 기상 관측자료와 기상청의 인근 기상관측소 관측자료 또는 기타 기상관측기관의 관측자료를 근거로 국지기상자료의 역사적 기록을 요약 제시하여야 한다.
4. 부지 및 국지기상 조건에 대한 정보가 핵연료주기시설에서의 방사성물질 대기 방출에 의한 대기확산인자 평가를 수행하기에 충분하여야 한다.

### **Ⅲ. 검토절차**

검토자는 핵연료주기시설 부지의 기상학적 영향에 대하여 필요한 해석을 뒷받침할 수 있도록 잘 문서화되고 정리된 기록정보들이 제공됨을 확인하여야 한다. 검토자는 보다 심도 있는 검토를 위하여 경수로형 원자력발전소안전심사지침 2.3 (기상)의 검토절차를 참조할 수 있다.

### **Ⅳ. 평가결과**

검토자는 부지의 일반적 기후 특성과 국지적 기상 상태를 파악하기 위해 필요한 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 제출된 내용에 대하여 충분한 검토를 수행한 후 안전심사보고서를 작성한다.

신청자가 제시한 부지 기상 관측계획의 타당성을 검토하여 관측항목과 관측기기의

정확도 등이 원자력안전위원회고시 제2017-26호에서 요구하는 원자력등급을 만족하는지 확인 후 보고서에 기술한다.

검토자는 정상가동 및 가상 사고시 대기중으로 방출되는 방사성 물질에 대한 방출 지점으로부터 적절한 거리와 방향에 있어서의 대기확산인자(대기중 상대농도)와 지표면 침적인자를 계산하는데 사용된 대기확산모델의 적합성과 적절한 부지 기상자료를 입력자료로 사용하였음을 확인한다.

## V. 참고문헌

1. “Atmospheric Dispersion Models for Potential Accident Consequence Assessments at Nuclear Power Plants” , USNRC, Reg. Guide 1.145, Rev. 1, 1982
2. “Emergency Planning for Research and Test Reactors” , USNRC, Reg. Guide 2.6, 1983
3. “Meteorological Monitoring Programs for Nuclear Power Plants.” , USNRC, Reg. Guide 1.23, Rev.1, 2007
4. “Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents In Routine Releases For Light-water-Cooled Reactors.” USNRC, Reg. Guide 1.111, Rev.1, 1977
5. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2014



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.4 절 수문

검토주관: 구조부지 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료주기시설 부지 및 주변 지역의 수문학적 특성이 핵연료주기시설의 안전성에 미치는 잠재적 영향을 확인하여야 한다. 이를 위하여 신청자가 제출한 허가서류에 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기에 대한 설계기준, 성능요건 및 운영 기준과 관련한 모든 수문학적 특성이 적절하게 제시되었고 발생 가능한 수문학적 사건과 그 원인, 발생 빈도 및 영향과 지표수와 지하수의 유동특성 등이 관련 허용기준에 부합하는지를 검토한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 수문에 대한 허용 기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

핵연료주기시설 부지 및 주변지역의 수문 조건은 다음의 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 및 원자력안전위원회 고시에 규정된 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제7조(수문 및 해양)

2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(외적 요인에 관한 설계기준)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제15조(환경 영향 등에 관한 설계기준)
4. 원자력안전위원회 고시 제2017-27호(원자로시설 부지의 수문 및 해양특성에 관한 조사·평가기준)

### 안전심사지침 허용기준

핵연료주기시설 내 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기에 대하여 아래의 허용기준을 적용한다. 단, 심사 대상 핵연료주기시설 내 안전상 지장이 없다고 인정되는 구조물·계통 및 기기의 경우에는 적용 가능한 관련 기술기준(행정안전부 고시 제2019-5호 등)을 적용할 수 있다.

1. 핵연료주기시설은 발생 가능한 수문학적 사건에 견딜 수 있는 장소에 위치하도록 설계되어야 한다. 범람원, 댐의 하류 지역, 해안에 인접하며 해수위에 대해 여유고가 충분하지 않은 지역은 수문학적 위해가 없어야 한다.
2. 신청자는 극한 기후조건이나 상류의 댐 및 저수지의 파괴와 같은 수문학적 영향을 야기할 수 있는 잠재적인 사건들로 인하여 핵연료주기시설로 부터 방사성물질이 지표수 및 지하수 내로 누설되지 않음을 보여야 한다.
3. 예상되는 수문학적 사건들로 인하여 핵연료주기시설의 안전한 운영에 문제가 생기지 않도록, 설계기준에 이들 사건이 충분히 고려되어야 한다.
4. 핵연료주기시설의 설계기준에는 예상되는 수문학적 사건이 발생할 경우 의도되지 않은 방사성물질 누설을 완화 또는 방지하는 대책이 포함되어야 한다.
5. 핵연료주기시설의 수명기간 동안 시설의 설계, 운영 및 정지와 관련된 수문학적 특성과 운전 중 및 의도되지 않은 방사성물질의 누설과 관련된 지표수 및 지하수 특성의 변화를 평가하고 그 변화가 원래의 설계에 미치는 영향을 비교하는 감시 프로그램이 수립되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

핵연료주기시설 내 수문학적 재해로부터 보호되어야 하는 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기들이 있는 경우 검토자는 국지 또는 원거리 지진을 포함한 모든 잠재

적 원인에 의한 수문학적 사건 및 그 결과를 충분히 고려하여 신청자가 핵연료주기시설의 부지를 선정하였는지 확인하여야 한다. 또한 시설 설계에 반영된 설계기준이 예상되는 수문학적 사건과 지하수나 지표수의 방사능 오염에 대한 대책을 포함하는지도 확인하여야 한다. 이와 더불어 수문학적 특성에 대한 감시 계획이 적절한지 검토한다.

#### IV. 평가결과

핵연료주기시설 내 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기들이 존재하는 경우, 검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지를 확인하고, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있도록 충분히 검토하였는지를 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자는 핵연료주기시설의 부지 안전성 평가 시 발생가능한 수문학적인 사건들을 모두 고려하였고, 그로 인한 재해에 대하여 신뢰할만한 발생 빈도 및 규모를 고려였다.
2. 신청자는 핵연료주기시설의 운영 중 또는 사고시 지하수 및 지표수의 방사성 물질 오염이 원자력안전법시행령 제2조 제4호의 제한치를 초과하지 않음을 합리적으로 입증하였다.
3. 신청자는 예상되는 수문학적 사건들로 인하여 핵연료주기시설의 안전한 운영에 문제가 생기지 않도록, 설계기준에 이들 사건을 충분히 고려하였다.
4. 핵연료주기시설의 설계, 운영, 정지와 관련된 지표수 및 지하수 특성의 변화를 평가하고 이에 대한 감시 프로그램이 수립되었다.

#### V. 참고문헌

1. “Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility” , USNRC, NUREG-1520, 1996



2. “Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA, Specific Safety Requirements No. SSR-1, 2019
3. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Specific Safety Requirements No. SSR-4, 2017
4. 경수로형원전 안전심사지침, 한국원자력안전기술원, KINS/GE-N001, 2.4.1~2.4.13절
5. 경수로형 원자력발전소 규제지침, 한국원자력안전기술원, 1.4~1.5절
6. “재해영향평가등의 협의 실무지침” , 행정안전부 고시 제2019-5호



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.5 절 지질, 지진 및 지질 공학

검토주관: 구조부지 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료주기시설의 부지 및 주변 지역의 지질, 지진 및 지질공학적 특성과 이들이 핵연료주기시설의 안전성에 영향을 줄 수 있는 잠재력이 설계기준을 초과하지 않으며, 이를 입증하기 위하여 신청자가 제출한 정보의 수준 및 상세도가 관련 허용기준에 부합하는지를 검토한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 지질, 지진 및 지질공학에 대한 허용기준은 아래와 같다.

##### 규제요건

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제4조(지질 및 지진)
2. 원자력안전위원회 고시 제2017-15호(원자로시설의 위치에 관한 기술기준)

##### 안전심사지침 허용기준

핵연료주기시설 중 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기의 경우 아래의 허용기준을 적용하고, 안전상 지장이 없다고 인정되는 시설물의 경우 일반 설계기준(국토교

통부 지반설계기준 등)을 적용할 수 있다.

1. 핵연료주기시설 부지가 지표단층작용의 영향범위에 포함될 경우, 지표변형에 따른 핵연료주기시설 시설의 공학적 안전성을 입증하여야 하며, 입증이 불가능하거나 명확한 결론을 내리기 어려운 부지는 적합하지 않는 것으로 본다.
2. 핵연료주기시설 부지에 영향을 줄 수 있는 지진활동 및 그로 인한 부지에서의 지진동 특성이 핵연료주기시설에 적용 가능한 설계기준 개발을 뒷받침할 수 있을 정도로 제시되어야 한다.
3. 핵연료주기시설 기초지반 물질의 정적 및 동적 공학적 특성, 토양 및 암반의 지진에 대한 응답특성, 지반의 속도구조모델에 대해 이를 입증할 수 있는 자료와 함께 제시하여야 하며 지반의 지지력, 침하량, 액상화 잠재성 등 기초지반의 안정성 평가 자료는 독립적인 검토가 가능하도록 제시되어야 한다.
4. 붕괴시 핵연료주기시설의 안전성에 영향을 줄 수 있는 인접 사면, 제방 또는 댐 등의 경우 안전성 분석 입력자료 및 결과가 함께 제시하여야 한다.
5. 핵연료주기시설의 공사 중 배수, 굴착사면 처리, 뒷채움 등 공사에 관한 사항을 제시하여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 제시된 정보들이 신빙성 있는 출처에서 제공된 것이며 타 정보들과도 일치함을 확인하여야 한다. 검토자는 질의 및 현장 확인 조사를 통해 신청자가 제시한 자료와 안전성 분석 결과가 타당하며 보수적인 지를 확인한다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 정보가 허가서류에 포함되었을 때 안전심사보고서를 작성한다.

1. 핵연료주기시설 부지의 지질, 지진 및 지질공학적 특성에 대한 정보가 충분히 상세하며, 핵연료주기시설의 구조물, 계통, 그리고 운영특성에 대한 설계기준으로 통합될 수 있는 형태로 제시되었다.

2. 허가서류에 제시된 정보는 핵연료주기시설 예상수명기간 동안 재해를 유발할 수 있는 지질, 지진 및 지질공학적 활동이 핵연료주기시설 부지에서 발생할 가능성이 희박함을 지시한다.

## V. 참고문헌

1. “Guidelines for Preparing and Reviewing Applications for the Licensing of Non-Power Reactors: Format and Content” , USNRC, NUREG-1537 Part 1, 1996
2. “Site Investigations for Foundations of Nuclear Power Plants” , USNRC, Reg. Guide 1.132, 2003
3. “Laboratory Investigations of Soils for Engineering Analysis and Design of Nuclear Power Plants” , USNRC, Reg. Guide 1.138, 2003
4. “Quality Assurance Program Criteria (Design and Constructuion)” , USNRC, Reg. Guide 1.28, 2010
5. “Site Evaluation for Nuclear Installations, IAEA Safety Requirements No. NS-R-3, 2003
6. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2014
7. “Safety Assessment for Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report” , IAEA, Specific Safety Guide No. SSG-20, 2012
8. 경수로형원전 안전심사지침, 한국원자력안전기술원, KINS/GE-N001, 2.5.1~2.5.5절
9. 경수로형 원자력발전소 규제지침, 한국원자력안전기술원, 1.6~1.10절
10. 건축물 내진설계기준, 국토교통부, KDS 41 17 00 : 2019
11. 내진설계 일반, 국토교통부, KDS 17 10 00 : 2018
12. 지반설계기준, KDS 11 00 00 : 2018, 국토교통부



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 2 장 부지특성 및 구조안전성

### 제 2.6 절 구조물

검토주관: 구조부지 분야 담당부서

#### I. 검토분야

핵연료주기시설의 안전에 중요한 구조물에 대하여 다음 분야를 검토한다. 다만, 「원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙」 제87조제2항에 따라 안전상 지장이 없다고 인정되는 구조물의 경우 일반 산업기술기준을 적용할 수 있으며, 본 검토대상에서 제외한다.

##### 1. 구조물의 개요

구조물의 안전관련 기능 수행에 관계된 주요 구조 형태와 요소들을 정의할 수 있는 충분한 자료가 제시되었는지를 검토한다. 각 구조물의 평면도 및 단면도를 포함한 설명 자료 등을 검토한다.

##### 2. 적용코드, 표준규격 및 시방서

대상 구조물의 해석, 설계, 제작, 시공, 시험 및 검사에 적용되는 설계코드, 표준규격, 시방서 등에 관한 자료를 검토한다. 이때 대상 구조물의 해석(내진해석 및 구조해석) 및 설계는 원자력시설의 안전관련 구조물 해석 및 설계에 적용되는 기술기준(KEPIC SNC, SND, STB 등)을 적용해야 한다.

##### 3. 하중 및 하중조합

대상 구조물의 해석 및 설계에 적용되는 설계하중과 하중조합이 관련 기술기준(KEPIC SNC, SND 등)을 만족하고 있는지를 검토한다.

##### 4. 해석 및 설계 절차

대상 구조물의 해석 및 설계 절차가 관련 기술기준(KEPIC SNC, SND, STB 등)

을 만족하는지를 검토한다.

#### 5. 구조적 허용기준

대상 구조물의 주요 구조요소의 응력, 변형률, 변위 등을 확인하여, 관련 허용 기준에 대한 안전여유도가 충분한지 검토한다.

#### 6. 자재, 품질관리 및 특수공법

대상 구조물 건설에 사용되는 자재(콘크리트 재료, 철근 및 기계적 이음, 구조용 강재 및 앵커 등)의 물성과 제작 및 시공에 관한 품질관리 변수(비파괴검사, 콘크리트 타설 및 시공오차 등)를 검토한다. 특수공법이 사용되는 경우에는 해당 공법이 구조물의 구조 건전성에 미치는 영향을 사안별로 검토한다.

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 구조물에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자력안전법 제36조(허가 등 기준) 제1항 제2호
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(외적요인에 관한 설계기준)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제3장 제2절(핵연료주기시설의 구조·설비 및 성능)

### 안전심사지침 허용기준

안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 안전심사지침 요건과 다른 요건을 적용하고자 하는 경우, 신청자는 설계 특성, 해석 기법 및 단계별 조치사항 등과 본 안전심사지침 요건의 차이점을 확인하고, 본 심사지침 요건 충족을 위한 수용 가능한 방안을 제시하여야 한다.

#### 1. 구조물의 개요

구조물 개요에 관한 기술내용이 본 안전심사 요건의 부합여부를 확인할 수 있도록 제시되어야 한다. 검토자는 필요에 따라 추가적인 자료 제출을 요청할 수 있다.

## 2. 적용코드, 표준규격 및 시방서

대상 구조물의 해석, 설계, 자재, 제작, 시공, 시험, 감시 등은 원자력시설의 안전관련 구조물 해석(내진해석 및 구조해석) 및 설계에 적용되는 기술기준 (KEPIC SNC, SND, STB 등)을 적용하여 수행하여야 한다.

## 3. 하중 및 하중조합

콘크리트 구조물과 강구조물에 적용하는 하중 및 하중조합은 각각 KEPIC SNC와 KEPIC SND의 관련 요건에 부합하여야 한다.

## 4. 해석 및 설계 절차

가. 구조물의 내진해석은 경수로형 원전 안전심사 지침 제3.7.1절(내진설계입력), 제3.7.2절(내진계통해석), 제3.7.3절(내진부계통해석) 및 KEPIC STB를 적용하여야 한다.

나. 철근콘크리트 구조물에 관한 절차는 KEPIC SNC를 따라야 하며, 콘크리트 구조물 위에 계통 및 기기의 지지를 위해 설치되는 앵커의 해석 및 설계는 KEPIC SNC 부록 B를 적용하여야 한다.

다. 강구조물의 설계 및 해석절차는 KEPIC SND를 따라야 한다.

라. 적용성과 타당성이 공적으로 인정된 전산프로그램을 사용하여야 한다.

마. 설계보고서는 구조물의 형상, 주요 구조재료의 물성, 하중 및 하중조합, 해석 및 설계 상세 및 결과 요약 등의 내용을 포함하여야 한다. 결과 요약에는 소요단면과 설계단면의 비교, 파괴 모드 및 안전 여유도 등을 포함한다.

## 5. 구조적 허용기준

콘크리트 구조물과 강구조물의 하중조합 별 허용기준은 각각 KEPIC SNC와 SND에 부합하여야 한다.

## 6. 자재, 품질관리 및 특수공법

대상 구조물의 자재 및 품질관리 프로그램에 대한 허용기준은 KEPIC SNC와 SND에 부합하여야 한다. 특수공법은 사안별로 평가한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 다음에 기술된 검토절차 중 신청자가 제안한 핵연료주기시설에 적합한 검토절차를 선정하여 검토를 수행한다.

#### 1. 구조물의 개요

핵연료주기시설 허가 또는 지정을 위해 제출하는 서류를 확인하여, 해당 시설의 유형 및 기능적 특성을 확인하고, 과거에 허가 또는 지정된 유사 시설과의 차이점을 확인한다. 기존 유사시설과의 차이점과 과거에 사용되지 않았던 새롭고 특이한 사항은 더욱 자세히 조사한다.

#### 2. 적용코드, 표준규격 및 시방서

코드, 표준규격, 지침 및 시방서의 목록을 확인하여 적절한 코드 또는 지침이 사용되는지, 적용한 간행판과 추가사항이 유효한지를 확인한다.

#### 3. 하중 및 하중조합

검토자는 하중 및 하중조합이 적용 코드 및 지침의 내용보다 보수적인지를 확인한다.

#### 4. 해석 및 설계 절차

검토자는 구조물의 내진해석 절차가 경수로형 원전 안전심사 지침 제3.7.1절, 제3.7.2절, 제3.7.3절 및 KEPIC STB에 부합하는지 확인한다. 또한, 검토자는 구조물의 해석 및 설계 절차가 KEPIC SNC 또는 SND에 부합하는지 확인한다. 구조물 해석 및 설계에 사용된 모든 전산프로그램이 본 지침 II.4.라 항의 허용기준에 부합하는지 검토하고, 설계보고서의 내용이 본 지침 II.4.마 항의 허용기준을 만족하고 있는지 검토한다.

#### 5. 구조적 허용기준

검토자는 콘크리트, 철근 및 강구조 등 주요 구조요소의 응력과 변형률이 관련 기술기준에서 제시하는 허용범위를 만족하고 있음을 확인한다.

#### 6. 자재, 품질관리 및 특수공법

자재, 품질관리 및 특수공법에 관한 사항을 본 지침 II.6항의 기준과 비교한다. 과거에 인가되어 사용된 적이 없는 새로운 자재를 사용한 경우, 해당 자재가 허용 가능함을 입증할 수 있는 충분한 시험결과와 관련 자료를 신청자에게 요청한다. 마찬가지로, 새로운 품질관리 절차나 특수공법이 적용된 경우, 해당 절



차 또는 공법의 적용으로 허용기준 이상의 구조적 건전성 저해가 야기되지 않음을 검토·평가 한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지를 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지를 확인하여 안전심사 보고서를 작성한다.

핵연료주기시설의 수명기간중 안전성관련 구조물에 야기될 수 있는 예상하중 및 가상 사고조건에 견디기 위한 해석, 설계 및 건설에 사용된 기준은 검토자가 인정할만한 기준의 기준, 설계코드, 표준규격 및 시방서를 만족시켰다.

구조물의 안전관련 기능 수행에 관계된 주요 구조 형태와 요소들을 정의할 수 있는 충분한 자료가 제시되었고, 설계기준사고 발생시 구조물이 안전에 중요한 계통 및 기기를 보호할 수 있도록 설계되어 인허가 신청서류에 언급된 고유 기능을 수행할 수 있음이 확인되었다.

신청자는 핵연료주기시설의 안전성관련 구조물이 바람, 지진, 홍수 및 상기하중의 적절한 조합에서 야기될 수 있는 혹심한 자연현상에 견딜 수 있도록 설계되도록 설계함으로써 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제3장 제2절(핵연료주기시설의 구조·설비 및 성능)의 요건을 만족시켰다.

신청자는 신규로 건설되는 핵연료주기시설 구조물이 기존 핵연료주기시설 구조물과 상호 구조적으로 영향이 미치지 않도록 배치, 설계 및 건설하여 관련 기술기준을 만족시켰다.

신청자는 안전성관련 구조물의 건설과 관련하여 사용자재, 건설방법 및 절차, 특수공법, 구조물의 감시 및 유지관리 요건에 대해 상세히 기술하였으며 관련 기술기준 및 품질기준을 만족시켰다.

## V. 참고문헌

1. “원자로서설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제13조(외적요인에 관한 설계기준)
2. “원자로서설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제3장 제2절(핵연료주기시설의 구조·설비 및 성능)
3. 한국원자력안전기술원, 경수로형 원전 안전심사지침
4. 전력산업기술기준 KEPIC SNC (철근 콘크리트 구조)
5. 전력산업기술기준 KEPIC SND (강구조)
6. 전력산업기술기준 KEPIC STB (지진해석 및 내진성능 평가)



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 3 장 기계재료

### 제 3.1 절 연료 취급 장치

검토주관: 기계재료 분야 담당부서

#### I. 검토분야

검토자는 핵연료집합체 및 사용후핵연료(이하 “연료등” 이라 한다)를 취급하는데 사용되는 연료 취급 장치가 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조 및 제 91조를 만족하는지를 검토한다. 연료 등 취급 장치에 대한 검토 목적은 임계사고, 연료 손상으로 발생하는 방사능 누출사고 및 허용치를 초과하는 종사자의 피폭을 예방하기 위함이다.

연료 취급 장치에 대한 검토분야는 다음과 같다.

1. 설계배치도가 연료 취급 장치 및 취급지역의 기능 및 기하학적인 배치를 나타내고, 다양한 취급 운전이 안전하게 수행될 수 있는지에 대하여 검토한다.
2. 취급되는 연료 하중과 연료 취급에 사용되는 장비에 대하여 검토한다.
3. 연료 취급 장치에 대하여 아래 사항을 검토한다.
  - 가. 연료 취급 장치를 구성하는 기기의 성능 및 하중 취급 요건
  - 나. 연료 제작구역으로부터 저장구역으로 연료를 이송하는 방법 및 기기
  - 다. 임계사고, 핵연료 손상 및 종사자의 과피폭을 예방하기 위하여 제시된 전기적 또는 기계적인 연동장치

4. 연료 취급 장치 손상에 의해 저장된 연료의 안전성(임계 우려 가능성)이 영향을 받는지에 대해 검토한다.

## II. 허용기준

### 규제요건

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조 (외적 요인에 관한 설계기준): 안전에 중요한 구조물, 계통 및 기기는 지진·태풍·홍수·해일 등을 포함한 예상 가능한 자연현상의 영향과 항공기 충돌, 폭발 등을 포함한 예상 가능한 외부 인위적 사건의 영향에 의하여 그 안전기능이 손상되지 아니하도록 설계하여야 한다.
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조(연료등 취급장치): 핵연료주기시설에서 연료등을 취급하는 장치는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.
  - 가. 연료등이 임계의 우려가 없는 구조일 것
  - 나. 붕괴열에 의하여 연료등이 파손되거나 용융하지 아니하는 구조일 것
  - 다. 연료등을 넣는 용기는 취급중에 충격·열 등에 견디고 쉽게 파손되지 아니할 것

### 안전심사지침 허용기준

상기 관련 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지는 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 한다. 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조를 만족하기 위해서 ANSI/ANS

57.1-1992를 적용할 수 있다.

2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조를 만족하기 위해서 Regulatory Guide(이하 “RG”) 1.29를 적용할 수 있다.

### Ⅲ. 검토절차

본 검토절차는 안전심사지침의 허용기준에 근거하고 있다. 만일 신청자가 대체기준을 적용받고자 할 경우, 제시된 대체기준에 관한 규제요건을 충족시킬 수 있는 허용 가능한 방법이 반영되었는지를 검토해야 한다.

연료 취급 장치에 대한 일반적인 검토목적은 방사능의 누출 또는 종사자의 방사선 과피폭을 야기할 수 있는 연료파손 및 임계사고를 일으킬 수 있는 설비의 오작동 또는 고장을 방지할 수 있도록 설계되었음을 확인하는 것이다.

1. 연료 취급 장치의 설계 문서에 관련 요건이 적절히 반영되었는지 확인한다. 또한 검토자는 연료 취급 장치의 물리적 배치가 다양한 하중취급운전을 안전하게 수행할 수 있도록 다음 사항을 검토하여야 한다.
  - 가. 안전하게 미입계를 유지할 수 있음이 입증된 집합체 수량보다 많은 집합체의 취급제한
  - 나. 설비취급자에 대한 적절한 차폐
  - 다. 연료취급 중에 발생할 수 있는 연료의 손상 가능성을 줄일 수 있는 적절한 간극
2. 연료 취급 장치의 제작, 설치 및 시험이 설계요건과 동일하거나 그 이상임을 검토하여야 한다. 검토자는 신청자가 선정한 산업표준 등이 연료 취급 장치에 적합함을 검토하여야 한다.
3. 허가서류에 제시된 정보는 계통 및 관련 설비의 배치와 하중취급경로가 연료와 손상 또는 임계사고를 야기할 가능성이 있는 장애물의 위치를 고려하여 기술되어 있는지 확인하기 위하여 검토한다.

4. 연료 취급 장치는 지진에 의한 임계사고, 연료 손상으로 발생하는 방사능 누출 사고 및 허용치를 초과하는 종사자 피폭을 예방하도록 적절히 설계되었는지 검토한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인한 후, 안전심사보고서를 작성한다.

검토자는 연료 취급 장치에 대하여 신청자가 제시한 설계기준 및 설계근거와 안전 운전 요건을 검토하며, 연료 취급 장치의 설계가 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조, 제91조에 적합하다고 결론을 내린다. 이 결론은 다음 사항을 근거로 한다.

1. 연료 취급 장치는 허용기준을 초과하는 방사능 누출 및 임계사고의 예방에 관한 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조를 만족한다. 계통이 ANSI/ANS 57.1-1992의 요건 등을 적용하여 설계되었으므로 해당 요건을 만족한다.
2. 연료 취급 장치의 설계는 지진에 의한 임계사고를 방지하기 위해 RG 1.29 요건 등을 적용하여 설계되며 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조의 요건을 만족한다.

#### V. 참고문헌

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조 (외적 요인에 관한 설계기준)
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조 (연료등 취급장치)
4. Regulatory Guide 1.29, "Seismic Design Classification"
5. ANSI/ANS 57.1-1992, "Design Requirements for LWR Fuel Handling Systems"



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 3 장 기계재료

### 제 3.2 절 재료 및 구조

검토주관: 기계재료 분야 담당부서

#### I. 검토분야

핵연료주기시설 설비는 안전기능 및 안전 중요도에 상응하는 규격 및 기준에 따라 설계, 제작 및 시험되어야 한다. 또한 운전조건 및 사고조건에서 발생하는 하중 및 지진 등의 외적 요인에도 견디도록 설계되어야 한다. 검토자는 핵연료주기시설의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조 및 제93조의 요건을 만족하는지를 검토한다.

이 절의 검토분야는 다음 사항들을 포함하여야 한다.

1. 등급분류의 기준 및 방법
2. 설계 및 제작과 관련된 규격 및 기준
3. 설계 기준 및 해석 방법의 적절성
4. 외적 요인을 고려한 구조물, 계통 및 기기의 구조적 건전성

## II. 허용기준

### 규제요건

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제13조(외적 요인에 관한 설계기준) : 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기는 지진·태풍·홍수·해일 등을 포함한 예상가능한 자연현상의 영향과 항공기 충돌, 폭발 등을 포함한 예상 가능한 외부 인위적 사건의 영향에 의하여 그 안전기능이 손상되지 않도록 설계하여야 한다.
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제93조(재료 및 구조) : 핵연료주기시설에 속하는 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물의 재료 및 구조는 원자력안전위원회가 정하여 고시하는 안전성 등급별 규격에 적합하여야 한다.

### 안전심사지침 허용기준

안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지는 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 한다. 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

1. 핵연료주기시설 내의 설비는 임계 또는 소외피폭선량 제한치 초과 사건 유발 여부에 따라 안전성 등급 또는 비안전성 등급으로 분류해야 한다. 이때, 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물의 안전성 등급 기준이 명시되어야 하며, 설계요건 및 품질보증 요건은 안전성 등급에 따라 적용되어야 한다. 안전성 등급 외에 다른 측면에서의 추가적인 등급분류도 가능하다. (예시; 내진범주: 내진분류 II 급 - 핵연료물질 직접 취급 구조물(주지설동 구조물, 실린더저장고 저장구역 바닥구조물 등) / 비내진범주 - 일반산업기준 (기타 구조물 등))
2. 안전성 등급 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물에 적용 가능한



규격 및 기준은 신청서류에 구체적으로 명시되어야 하고, 그 사용이 등급 분류에 부합하여야 한다.

3. 기 확립된 규격 및 기준이 없는 안전성 등급의 핵연료주기시설 설비에 대해서는, 유사한 설비의 규격 및 기준으로부터의 접근이나 경험적 결과, 시험, 분석 또는 그 조합의 적용이 가능하다.
4. 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물은 지진에 의한 영향 및 기타 사고관련 하중에 견디도록 설계되어야 하며, 정상 및 사고하중 하에서 기기 작동성과 구조적 건전성이 보장되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

본 검토절차는 안전심사지침의 허용기준에 근거하고 있다. 만일 신청자가 대체기준을 적용받고자 할 경우, 제시된 대체기준에 관련 규제요건을 충족시킬 수 있는 허용 가능한 방법이 반영되었는지를 검토해야 한다.

1. 핵연료주기시설 내 설비의 등급분류에 대한 기준 및 방법 그리고 기준에 따라 분류된 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물의 목록을 평가한다. 또한 신청서류에 제시된 규격 및 기준이 안전성 등급 분류에 부합하는지 확인한다.
2. 기 확립된 규격 및 기준이 없는 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물은 유사한 설비의 규격 및 기준으로부터의 접근이나 경험적 결과, 시험, 분석 또는 그 조합의 적용이 타당한지 검토한다.
3. 운전 및 사고하중 하에서 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물이 구조적 건전성 및 기기 작동성을 유지함을 확인하기 위하여 설계입력 및 해석방법의 적절성을 검토한다.
4. 등급분류 기준에 따라 분류된 내진 및 동적검증 대상기기에 대한 검증방법을

검토하고, 검증 프로그램에 해당 기기가 포함되어 있는지를 확인한다.

5. 안전성 등급 설비의 제작에 사용되는 재료 규격이 신청서류에서 제시된 산업 표준을 만족하고 있는지를 검토하고, 예외사항에 대해서는 신청자로부터 제공된 근거를 검토하고 허용여부를 결정한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인한 후, 안전심사보고서를 작성한다.

검토자는 핵연료주기시설의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물의 등급분류에 대한 기준 및 방법이 적절하며, 재료 및 구조가 원자로시설 등의 기술 기준에 관한 규칙 제13조 및 제93조의 요건에 적합하다고 결론을 내린다. 이 결론은 다음 사항을 근거로 한다.

1. 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물이 안전기능의 중요도에 합당한 규격 및 기준에 따라 설계 및 제작되어 적절하게 기능할 수 있음을 합리적으로 입증하고 있다.
2. 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물이 지진하중 및 가혹한 환경조건 하에서도 구조적 건전성을 유지하고 임계사고를 방지할 수 있음을 보증하고 있다.
3. 기 확립된 규격 및 기준이 없는 안전성 등급의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물은 유사한 설비의 규격 및 기준으로부터의 접근이나 경험적 결과, 시험, 분석 또는 그 조합 등의 방법을 활용하여 규격 및 기준이 적절히 선정되었다.
4. 핵연료주기시설의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물 제작에

사용되는 재료가 신청서류에서 제시된 산업표준을 만족하도록 적절히 선정되었다.

5. 핵연료주기시설의 용기·배관·펌프 및 밸브와 이를 받치는 주요 구조물의 구조적 건전성 평가결과가 제시된 규격 및 기준의 허용기준을 만족한다.

## V. 참고문헌

1. USNRC, NUREG-1520, 2010, “Standard Review Plan (SRP) for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility”
2. IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008, “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities”
3. ANSI/ANS 58.16-2014, “Safety Categorization and Design Criteria for Nonreactor Nuclear Facilities”
4. KEPIC-END, “기기검증”
5. IEEE Std. 323-1974, “IEEE Standard for Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations,” Institute of Electrical and Electronics Engineer
6. IEEE Std. 344-1987, “IEEE Recommended Practice for Seismic Qualification of Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Station”



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 3 장 기계재료

### 제 3.3 절 공기조화계통

검토주관: 기계재료 분야 담당부서

#### I. 검토분야

핵연료주기시설의 공기조화계통은 조절된 공기를 제공하여 시설 내 대기환경이 작업자의 활동과 기기 작동에 적합하도록 유지하는 역할을 한다. 이 절의 검토분야는 핵연료주기시설의 운전조건 및 사고조건에 대한 공기조화계통의 운전특성을 포함한다.

공기조화계통은 핵연료주기시설의 방사능 수치를 제한하고, 비제한구역으로 공기 중 방사성물질이 누출되는 것을 방지할 수 있도록 설계되어야 한다.

이 절의 검토분야는 다음 사항들을 포함하여야 한다.

1. 공기 중 방사성물질이 없는 경우에 대한 공기조화계통의 설계특성 및 기능에 대한 설명
2. 핵연료주기시설 내 공기 중에 발생할 수 있는 방사성물질의 선원, 그리고 이러한 방사성물질의 분포 및 농도 변화에 영향을 주는 공기조화계통의 설계특성
3. 핵연료주기시설 제한구역에서의 작업자 피폭을 제한하기 위한 공기조화계통의 설계특성

4. 공기 중 방사성물질이 핵연료주기시설 외곽구역 및 비제한구역으로 부주의하게 또는 제어되지 않은 상태로 누출되는 것을 방지하는 공기조화계통 및 연관된 핵연료주기시설의 설계특성
5. 핵연료주기시설 내 대기를 제어하기 위한 공기조화계통의 설계특성 및 운전모드
6. 핵연료주기시설 내부의 작업자 거주성 및 작업환경과 기기 작동환경에 영향을 미치는 공기조화계통의 설계특성
7. 시험 및 점검을 포함한 적용 가능한 허가서류 및 그에 대한 기술적 근거

## II. 허용기준

### 규제요건

1. 원자력안전법 시행령 제2조 제4호 : 선량한도란 외부에 피폭하는 방사선량과 내부에 피폭하는 방사선량을 합한 피폭방사선량의 상한값으로서 그 값은 별표 1과 같다.
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조 제6호 : 오염된 공기를 환기하고 공기 중 방사성물질을 제한하기 위하여 적절한 여과능력을 지닌 환기설비를 갖추고, 오염된 공기는 방사성오염이 낮은 구역으로부터 높은 구역으로 흐르게 하며, 방사성오염구역은 그 외부에 비하여 낮은 압력을 유지하며 누설되거나 역류되지 아니하여야 한다.
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제95조 : 제34조의 규정은 핵연료주기시설에 관하여 이를 준용한다. 이 경우 “원자로시설”은 “핵연료주기시설”로 본다.
4. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제99조 제6호 : 핵연료주기시설 중에서

환기설비·방사선측정기 및 비상용장치는 상시 그 기능을 발휘할 수 있도록 유지하여야 한다.

### 안전심사지침 허용기준

안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지는 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

1. 공기조화계통의 설계에 따른 온도, 상대습도 및 공기교환율이 작업자 및 기기에 대한 설계 기준치를 만족하는지 확인하여야 한다.
2. 핵연료주기시설 내 공기 중에 발생할 수 있는 방사성물질의 선원이 제시되어야 하며, 작업종사자 피폭선량이 원자력안전법 시행령 제2조 제4호의 선량한도 요건을 초과하지 않고 ALARA 프로그램을 만족함을 입증하여야 한다. 또 공기조화계통을 통하여 방사성물질이 희석되고 변환되거나 여과되는 것을 입증하여야 한다.
3. 핵연료주기시설로부터 공기 중 방사성물질이 부주의하게 확산되거나 또는 제어되지 않은 상태로 누출되는 것을 방지하도록 공기조화계통의 공기흐름 및 상대압력이 설계되었음을 입증하여야 한다.
4. 공기조화계통은 핵연료주기시설 내 공기 중 방사성물질이 비제한구역 환경으로 제어되지 않은 상태로 누출되지 않도록 설계되었음을 입증하여야 한다.
5. 공기조화계통 운전에 대한 분석 결과, 비제한구역 환경으로의 방사성물질 방출로 인한 피폭선량이 원자력안전법 시행령 제2조 제4호의 선량한도 요건을 초과하지 않으며, ALARA 프로그램을 만족하는지를 보여야 한다.
6. 공기조화계통의 설계기준이 핵연료주기시설 내 공기 중 방사성물질의 격리 및

감금을 요구할 경우, 공기조화시스템의 설계 및 분석에서는 이들 조건이 어떻게 입증되는지를 보여야 한다.

7. 허가서류의 시험 및 점검 요구사항과 그에 대한 기술적 근거를 통해 공기조화시스템의 운전가능성이 입증 가능해야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

본 검토절차는 안전심사지침의 허용기준에 근거하고 있다. 만일 신청자가 대체기준을 적용받고자 할 경우, 제시된 대체기준에 관련 규제요건을 충족시킬 수 있는 허용 가능한 방법이 반영되었는지를 검토해야 한다.

검토자는 핵연료주기시설의 운전조건 및 사고조건에 대한 공기조화시스템의 운전 및 기능을 평가하여야 한다. 그리고 공기조화시스템 설계가 핵연료주기시설의 운전조건 및 사고조건에 대한 허용기준과 일치하는지를 확인하여야 한다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 신청자로부터 공기조화시스템에 대한 충분한 자료와 정보가 제출되었는지를 확인하고, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는지 제출된 자료를 충분히 검토하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자는 공기조화시스템의 설계기준, 기능 및 안전특성을 상세하게 기술하였으며, 여기에는 공기조화시스템에 대한 설계제한치가 포함되어 있다. 또한 설계제한치에 대한 기술적 근거 및 안전 관련 근거를 명확히 제시하고 있다.
2. 신청자가 제시한 공기조화시스템의 설계기준, 기능 및 안전특성은 핵연료주기시설의 운전조건 및 사고조건에 대하여 관련 요건을 만족하도록 설계되어 있으며, 핵연료주기시설 내 공기 중 방사성물질의 방출을 제어하는 데 적절하도록 설계되어 있다.
3. 신청자는 핵연료주기시설 공기 중에 존재할 수 있는 방사성물질의 모든 선원

들을 제시하였으며, 분석을 통하여 방사성물질이 공기조화계통에 의해 제어되고 부주의하게 핵연료주기시설 밖으로 방출될 수 없음을 입증하였다. 핵연료주기시설 안의 공기 중 방사성물질의 분포 및 농도는 공기조화계통의 운전에 의해 제한됨으로서, 작업종사자 피폭선량이 설계기준을 초과하지 않는 것으로 평가된다.

4. 신청자는 비제한구역 환경으로 핵연료주기시설 내 공기를 배출하는 배기구의 높이 및 유량 계산 시 설계기준 선량율을 고려하여 비제한구역 환경에서의 인원에 대한 최대 피폭선량을 고려한 것으로 평가된다.
5. 잠재적인 방사선량은 원자력안전법 시행령 제2조 제4호의 선량한도 요건을 초과하지 않으며, 핵연료주기시설에 대한 ALARA 프로그램과 일치함을 입증한다.
6. 시험 및 점검 요구사항을 포함한 허가서류는 핵연료주기시설에서 필요한 공기조화계통의 운전가능성을 합리적으로 입증한다.

## V. 참고문헌

1. USNRC, 10CFR20, 2012, “Standards for Protection Against Radiation” ,
2. USNRC, NUREG-1537 Part 2, 1996, “Guidelines for Preparing and Reviewing Applications for the Licensing of Non-Power Reactors: Standard Review Plant and Acceptance Criteria”
3. USNRC, NUREG-1520, 2010, “Standard Review Plan (SRP) for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility”
4. IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008, “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities”





# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 4 장 핵임계안전성

### 제 4.1 절 핵임계안전성

검토주관: 안전해석 분야 담당부서

#### I. 검토 분야

본 검토의 목적은 인허가 대상 시설의 핵임계안전성(Nuclear Criticality Safety) 이 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’ 에서 요구되는 바와 같이 연료가공시설의 안전한 운영을 뒷받침하기에 적합한 지를 판단하는 것이다. 검토자는 우발적인 핵임계를 방지하기 위해 신청자가 제출한 허가서류를 검토하여, 핵임계안전성 해석의 신뢰성을 확인하고 핵임계안전성과 관련된 제어 및 보호수단을 확인해야 한다. 검토자는 신청 내용을 검토할 때 다음의 사항을 고려한다.

1. 공정 및 저장되는 핵연료의 양
2. 모든 연료가공 공정 및 저장 조건에서 미임계 배열상태를 유지하기 위한 시설의 설계 및 배치
3. 미임계의 정도, 이를 뒷받침하는 분석 및 관련된 가정사항

#### II. 허용 기준

이 절에서 적용되는 핵임계안전성에 대한 허용 기준은 다음과 같다.

## 규제요건

연료가공시설의 핵임계안전성은 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’에 규정된 다음의 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제90조(연료저장설비) ① 핵연료집합체 또는 사용후핵연료를 저장하는 설비는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.
  - 연료 등이 임계의 우려가 없는 구조일 것
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조(연료등 취급장치) 핵연료주기시설에서 연료등을 취급하는 장치는 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.
  - 연료 등이 임계의 우려가 없는 구조일 것
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제99조(핵연료주기시설의 운전) 핵연료주기사업자는 영 제68조 제1항 제4호의 규정에 의하여 핵연료주기시설의 운전 에 관한 다음 각 호의 조치를 취하여야 한다.
  - 핵연료물질이 임계에 도달할 우려가 없도록 할 것

## 안전심사지침 허용 기준

시설의 핵임계안전성이 다음의 허용 기준을 만족하거나, 신청자가 대안을 제시하고 정당성을 입증했다면 시설의 핵임계안전성은 수용 가능한 것으로 본다.

1. 핵임계안전성에 대한 평가는 검증된 방법론에 의해 정상 및 비정상조건에 대해 보수적으로 수행되어야 한다. 핵임계안전성의 제한조건은 적절한 미임계 여유도의 확보를 위해 수립되어야 한다. 제한조건의 개발에 사용된 방법론은 수용 가능한 범위 내에 있고, 신청자가 적절한 가정과 검증된 전산코드를 사용하였음이 입증되어야 한다. 작업자에 대한 방사능 노출을 최소화하기 위해 우발적인 핵임계를 즉각적으로 탐지할 수 있어야 한다.
2. 핵임계안전성 확보를 위한 미임계 여유도의 적절성은 계산된 유효증배계수의 불확실도를 고려하여 입증된다. 유효증배계수 계산방법론의 유효성이 검증된 범위 내에 존재하는 변수의 조합을 토대로 유효증배계수에 대한 계산이 수행되어야 한다. 계산방법론을 적용 가능한 범위 외부로 확장하기 위해서는 바이어스에 대한 경향성 분석이 선행되어야 한다.

3. 신청자는 계산 방법론에 사용된 자료가 신뢰할 만한 실험적 측정에 기반하고 있으며, 방법론을 검증하기 위해 고유한 벤치마크 실험결과 및 그로부터 도출된 자료가 활용되었음을 입증해야 한다.
4. 신청자는 유효증배계수 평가를 위해 바이어스 및 바이어스 불확실도, 방법론 및 계산자료의 불확실도, 벤치마크 실험의 불확실도, 미임계 안전 여유도 등을 고려해야 한다. 또한 바이어스가 신청자에게 유리한 것으로 계산될 경우, 보수적으로 바이어스는 무시되어야 한다.
5. 신청자는 유효증배계수(k-eff) 계산을 위해 미임계 여유도를 결정해야 한다. 미임계 유지를 위한 유효증배계수는 바이어스와 미임계 여유도를 고려하여 정의되며, 여기에는 미임계 보장을 위한 방법론 및 자료, 바이어스의 불확실도 등을 포함하여 적절한 허용오차가 반영되어야 한다.

### Ⅲ. 검토 절차

검토자는 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건 및 본 지침의 허용 기준에 따라 신청자가 제출한 책임계안전성 평가자료의 적합성을 검토해야 한다. 책임계 안전성 평가의 자료가 미비한 경우, 세부적인 검토 전에 신청자에게 추가적인 자료의 제출을 요청하거나 신청서의 접수를 거부해야 한다.

제출된 신청 내용이 검토 가능한 수준일 경우, 검토자는 신청 내용의 완결성을 확인하고 검토 결과를 결정해야 한다. 검토자는 인허가 심사와 관련된 현안을 파악하고 해결하기 위해 공동 검토자와 의견을 공유하는 것이 필요하다. 또한 책임계 안전성과 관련된 모든 허용기준의 만족 여부를 확인하기 위해 다른 분야의 검토자와 협력하는 것이 바람직하다.

검토자는 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건 및 본 지침의 허용기준에 대한 만족 여부를 판단해야 한다.

1. 시설의 책임계안전성과 관련하여 시설의 설계기준, 안전성평가, 계통설명, 도면 등은 다음 사항을 입증하기 위해 검토된다.
  - 가. 관련 가정 및 입력 변수들을 포함한 임계도 관련 정보는 시설 내에 설계 용량의 핵연료가 사용 또는 저장되고 잠재적인(고압분무, 침수 등) 감속재로 침수될 경우에도, 유효증배계수가 0.95 보다 낮은 미임계상태로 유지될 수 있음을 보여야 한다. 또한, 최적감속효과를 가정하여 유효증배계수가 0.98을

초과하지 않아야 한다. 중성자 흡수물질에 의한 이점은 고려될 수 있다.

- 나. 연료 물질은 설계된 장소 이외의 어느 곳에도 사용 또는 저장되지 않게 설계되어야 하고, 유체상태의 감속재 축적을 방지하기 위하여 저장실의 배수 방안이 마련되어 있어야 한다.
- 다. 시설 내부 또는 외부에 위치한 비안전성 관련 계통이나 내진범주 I로 설계되지 않은 구조물의 고장은 그 고장으로 말미암아 유효증배계수가 최대허용한계 이상으로 증가되지 않는다는 것을 보증하기 위하여 검토되어야 한다. 시설의 일반적인 배치 및 설계도면, 계통이나 구조물의 내진설계 등급 분류표 등은 이러한 조건이 만족된다는 것을 보증하기 위해 검토, 평가된다. 상기조건을 설계기준으로 명시하면 검토단계에는 적합하다.
- 라. 공정 설비 또는 저장 공간에 무거운 낙하물체에 의한 손상을 배제할 수 있도록 설계되어야 한다.

## 2. 검토자는 임계해석과 관련하여 다음을 검토한다.

- 가. 적절한 핵연료 설계자료가 임계해석에 사용되었는지 확인한다. 시설에서 사용하거나 저장되는 모든 핵연료 종류의 설계자료가 제공되어야 한다. 설계자료에는 핵연료의 물리화학적 형태, 치수 정보, 무게, 부피, 밀도, 최대 우라늄 농도, 기하학적 구조, 최대 우라늄 농축도, 비균질성(Heterogeneity) 등이 포함된다. 설계자료는 완결성을 가져야 하며, 임계해석에서 가정하는 핵연료의 모든 조건을 보수적으로 고려해야 한다.
- 나. 적합한 시설의 정보가 사용되었는지 확인한다. 시설의 정보에는 공정 형태, 시설물의 재료, 치수정보, 중성자흡수체의 유무, 중성자 반사체 역할을 하게 되는 바닥이나 벽과의 거리 등을 포함한다.
- 다. 검토자는 해석방법론 및 관련 자료들이 허용될 수 있는지 확인한다. 임계해석에 사용한 해석방법론, 전산 코드 및 핵자료 등이 상세하게 기술되어 있어야 한다.
- 라. 해석방법론 및 전산 코드의 검증이 적절한 지 확인한다. 검증을 위한 벤치마크가 임계해석이 수행되는 정상조건 및 사고조건과 유사한 벤치마크 임계실험이었는지 확인하며, 바이어스와 바이어스 불확실도가 적절히 결정되었는지 확인한다.
- 마. 검토자는 보고서에 기술된 정상 조건의 범위가 포괄적임을 확인한다.
- 바. 검토자는 정상조건이 정확하게 모델링되었으며 모든 모델링 근사와 가정이 적절한지 확인한다.

- 사. 검토자는 보고서에 기술된 비정상 조건의 범위가 포괄적임을 확인한다.
- 아. 검토자는 비정상조건이 정확하게 모델링되었으며 모든 모델링 근사와 가정이 적절한지 확인한다.
- 자. 모든 정상조건 및 비정상조건 하의 미임계 유지에 대해서 신청자의 결론을 확인한다.

#### IV. 평가 결과

본 지침의 허용기준을 만족하기 위해 시설의 책임계안전성과 관련된 충분한 정보를 제공하고 있음이 입증되면, 검토자는 다음의 평가 결과를 문서화해야 한다. 검토자는 본 지침에 따라 연료가공시설에 대한 책임계안전성을 확인하였으며, 다음 내용에 대한 합리적 타당성이 입증되었음을 기술해야 한다.

1. 신청자는 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건이 요구하는 바와 같이 연료가공시설의 안전한 운영 및 미임계 여유도 확보를 위해 책임계 안전성을 유지 및 적용할 것이다.
2. 신청자는 책임계안전성평가의 방법론 및 기술적 수단을 토대로 연료가공시설을 운영할 것이며, 이를 통해 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건에 부합하도록 핵연료 물질을 안전하게 보유, 저장 및 사용하게 될 것이다.
3. 신청자는 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건과 연료가공시설의 비상관리 프로그램에 따라 책임계사고 경보시스템을 개발하고, 이행 및 유지할 것이다.
4. 이러한 검토결과를 토대로, 검토자는 신청자의 책임계안전성이 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’의 규제요건을 만족하며, 작업자 및 환경을 포함하여 대중의 건강 및 안전을 합리적으로 보장한다고 결론내릴 수 있다.

## V. 참고 문헌

1. “Standard Review Plan for Fuel Cycle Facilities License Applications” , USNRC, NUREG-1520, June 2015
2. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008.
3. “Nuclear Criticality Safety in the Storage of Fissile Materials,” ANSI/ANS-8.7-1998(R2007), La Grange Park, IL, 2007.



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 5 장 방사선방호

### 제 5.1 절 방사선방호의 최적화

검토주관: 방사선안전관리 분야 담당부서

#### I. 검토분야

방사선방호의 최적화와 관련된 다음 사항을 검토한다.

1. 정책적 고려사항
2. 설계상의 고려사항
3. 운영상의 고려사항
4. 방사선방호 고려사항

#### II. 허용기준

##### 규제요건

1. 원자력안전법 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. 원자력안전법 제91조(방사선장해방지조치)
3. 원자력안전법 제106조(교육훈련)
4. 원자력안전법 시행령 제133조(피폭관리)
5. 원자력안전법 시행령 제134조(피폭저감화 조치)
6. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조(방사선방호설비)
7. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)

## 안전심사지침 허용기준

### 1. 정책적 고려사항

직업상 방사선피폭이 ALARA로 유지됨을 보증하는 방침은 원자력안전법 제91조에 규정된 기준과 원자력안전법 제106조의 훈련요건에 맞게 수립되어야 하며, 직업상 방사선피폭의 ALARA 유지에 관한 지침 Regulatory Guide(이하 “RG”) 8.8, 8.10에 따라 설명되고 이행할 것을 약속하여야 한다. ALARA 정책을 수행하는데 책임과 권한을 부여받는 특정한 사람이나 조직이 지명되어야 한다. 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로 제시된 안의 방호 정책은 위의 지침에 따라 평가되어야 한다.

### 2. 설계상의 고려사항

설계방법 등이 ALARA의 규정(RG 8.8)에 일치되고 다음과 같은 사항들이 설계에 반영되어야 한다.

가. 방사선구역에서 체류시간을 감소시키기 위한 수단

나. 주기적인 보수 또는 접근이 요구되는 부품에서 접근 가능성을 개선시키기 위한 수단

다. 직업상 방사선피폭을 ALARA로 유지함을 보증하는 수단

라. 방사선방호전문가(또는 그룹)에 의한 설계검토

마. ALARA 설계와 관련된 설계자 및 기술자에 대한 지침서

바. 운영 중인 관련 시설 및 이전 설계로부터의 경험

사. 지속적인 시설 설계 검토

아. 대안으로 제시된 설계 방향은 RG 8.8의 설계 지침과 비교하여 평가되어야 한다.

### 3. 운영상의 고려사항

운영상의 타당성은 RGs 1.33, 1.8, 8.8 및 8.10에 따른 방호 계획과 절차의 개발 계획을 갖고 있다는 것으로 증빙 할 수 있으며, 그러한 방호 계획과 절차서는 시설의 운영, 장비의 설계 및 방호계획의 운영에서 얻은 경험으로 구체화 할 수 있으며, 특별한 피폭관리 기술은 위의 방호 계획 및 절차서를 통해 수행될 수 있다.

### 4. 방사선방호 고려사항

방사선 방호 프로그램과 마찬가지로 전반적인 시설의 운영은 방사선피폭이



ALARA로 유지되는데 필요한 절차로 통합되어야 한다. 여기에는 작업공정, 작업 계획, 설계변경 및 방사선적 고려사항들이 포함된다.

다음의 RGs와 NUREGs에서 제시되는 정보, 권고 및 지침사항은 규제요건의 이행을 위해 일반적으로 심사원이 수용할 수 있는 원칙을 제시한다.

1. RG 1.8 “방사선안전관리원의 자격 및 훈련과 관련된 사항 “
2. RG 1.33 “원자력시설 운영 중 요구되는 품질보증 사항 “
3. RG 8.8 “설계, 건설, 운영 및 해체시 직업상피폭(ORE)의 ALARA 이행에 관한 방사선방호 사항 “
4. RG 8.10 - “직업상피폭(ORE)를 ALARA로 유지하기 위해 제시되는 방사선안전 관리책임자 및 방사선안전관리원의 권한에 대한 사항 “
5. RG 8.27 - “방사선피폭을 ALARA로 유지하기 위해 수행되는 방사선방호훈련에 대한 사항 “

### III. 검토절차

인허가 신청문서에 제시된 정보가 안전심사지침의 허용기준에 얼마나 부합하는가를 검토한다.

직업상 방사선피폭을 ALARA로 유지하기 위한 요건들과 종사자의 자격요건에 관한 지침들이 어떻게 이행될 것인가를 결정하기 위해서 경영방침과 계획되어 있는 조직구조에 다음 사항들이 반영되어 있는지 검토한다.

1. 방사선방호 계획을 책임지고 있는 자들이 운전조직으로부터 압력에 독립성을 보장할 수 있도록 충분한 위치에 있는가?
2. 직업상 방사선피폭이 ALARA로 유지됨과 방사선방호 문제에 관해서 방사선방호책임자(RPM)가 시설관리 최고 책임자에게 직접 접촉함을 보장하는 경영자 약속의 이행

방사선방호책임자와 방사선방호조직이 설계 검토반에 개입하여 직업상 방사선피폭 저감 방안과 기술이 시설설계에 반영됨을 확인할 수 있는 제도적 장치를 조직구조

에 제공하고 있는지 검토하기 위해 인허가 신청문서 내용을 ALARA 유지에 관한 지침에 의거하여 평가한다. 이전에 이미 인정된 설계특성을 반영하고, 또한 직업상 방사선피폭이 ALARA로 유지됨을 보증하기 위한 측면에서 운전경험을 시설설계 개선에 반영하는지 판단한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 인허가 신청문서 작성지침과 상세기술요건 및 일반안전요건의 방사선안전관리분야의 요건에 적합하도록 충분한 내용이 인허가 신청문서 및 개정본에 포함되어 있는지 검토하여 그 결과를 안전심사보고서로 작성한다. 안전심사보고서에는 신청자의 신청내용의 요약, 검토자의 검토근거, 허용기준 및 검토 도출사항 등을 포함한다.

#### V. 참고문헌

1. “원자력안전법” 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. “원자력안전법” 제91조(방사선장해방지조치)
3. “원자력안전법” 제106조(교육훈련)
4. “원자력안전법 시행령” 제133조(피폭관리)
5. “원자력안전법 시행령” 제134조(피폭저감화 조치)
6. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제34조(방사선방호설비)
7. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제46조(방사선방호의 최적화)
8. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)
9. IAEA Safety Series No.115 - “International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources“
10. Regulatory Guide 1.8 - “Qualification and training of personnel for nuclear power plants”
11. Regulatory Guide 1.33 - “Quality assurance program requirements”
12. Regulatory Guide 8.8 - “Information relevant to assuring that occupational radiation exposures at nuclear power stations will be as low as is reasonably achievable”

13. Regulatory Guide 8.10 - "Operating philosophy for maintaining occupational radiation exposures as low as is reasonably achievable"
14. Regulatory Guide 8.27 - "Radiation protection training for personnel at light- water-cooled nuclear power plants"
15. NUREG-1736, "Consolidated Guidance: 10 CFR Part 20 - Standards for Protection Against Radiation."



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 5 장 방사선방호

### 제 5.2 절 방사선원

검토주관: 방사선안전관리 분야 담당부서

#### I. 검토분야

신청자의 인허가 신청문서 중에서 시설운영 및 사고조건 동안 시설의 방사선방호에 영향을 미치는 방사선원에 관련된 다음 사항을 검토한다.

##### 1. 봉입 선원

시설의 운영과 사고조건 동안의 방사선원에 대한 기술이 방사선 방호계획의 설계 및 차폐설계 계산의 근거로 이용된다.

이러한 방사선원에 대한 기술은 핵종별 구성비, 시설 내 위치, 선원의 강도, 선원의 기하학적 구조 등을 포함하여야 하며, 인허가 신청문서에서는 방사선원향 수치들의 산출 근거를 제시하고 최종 설계를 반영하여 이를 보완하여야 한다.

이러한 방사선원에 대한 기술은 시설 운용으로 발생가능한 모든 방사선원이 포함되어야 한다.

##### 2. 공기 중 방사성물질 선원

시설 내 공기 중 방사성물질 선원은 환기시스템의 설계, 작업종사자의 개인방사선 방호 조치의 설계 및 선량평가 등에 사용되는 방사선원향이 기술되어야 한다.

본 절에서는 기기가 설치된 방, 복도 등 시설출입자들이 상시 출입하는 지역에서의 운영 및 사고조건 동안에 예상되는 핵종별 방사성물질 농도를 도표화해야

한다. 그리고, 인허가 신청문서에는 계산에 이용된 평가모델, 입력 자료 및 변수가 제시되어야 한다.

## II. 허용기준

### 규제요건

다음의 원자력안전법 및 원자력안전위원회고시 등에 규정된 관련 규제요건을 만족해야 한다.

인허가 신청문서의 내용이 원자력안전법 시행규칙 제3장(핵연료 주기시설)의 요건에 부합하고, 원자력안전법 및 동법 시행령에서 규정하고 있는 원자로시설의 기술기준, 방사선안전관리 관련규정 및 원자력안전위원회 고시 등의 요건들에 부합하면 타당한 것으로 인정된다. 관련 요건들은 다음과 같다.

1. 원자력안전법 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. 원자력안전법 제91조(방사선장해방지조치)
3. 원자력안전법 시행령 제133조(피폭관리)
4. 원자력안전법 시행령 제134조(피폭저감화 조치)
5. 원자력안전법 시행령 제174조(환경상의 위해방지)
6. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제32조(방사성폐기물의 처리 및 저장시설 등)
7. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조(방사선방호설비)
8. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제46조(방사선방호의 최적화)
9. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제52조(피폭방사선량 등에 관한 조치)
10. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)

### 안전심사지침 허용기준

상기 관련 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을

요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건에 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

1. 다음 사항이 요구되는 모든 방사선원에 대해 기술되어야 한다.

- 가. 차폐
- 나. 환기계통
- 다. 접촉 또는 접근 통제
- 라. 감시장비

2. 선원에 대한 기술은 다음 사항에 대해 필요한 모든 관련 내용들을 포함하여야 한다.

- 가. 설계과정에서 사용된 방사선차폐 전산코드의 입력
- 나. 관련시설 설계특성 수립
- 다. 계획 및 절차(서) 개발
- 라. 직업상 방사선피폭 평가

3. 봉입선원의 경우, 시설의 각 층에 대한 설계 평면도에 모든 선원이 표시되어, 관련된 정량적인 선원 변수들이 제시되어 있는 표의 수치들과 용이하게 비교해 볼 수 있도록 하여야 한다. 이들의 위치는 대략적인 크기와 모형을 제시하고 정확하게 표시되어야 한다.

작업자들이 체류할 수 있는 구역에서의 방사선장을 결정하기 위해 시설의 특성을 고려하여 방사선 흐름을 분석하여야 한다. 동 분석은 운영 중인 관계시설의 경험적 자료가 사용될 수도 있다.

누설, 밀폐용기의 개방, 핵연료의 저장 등으로 인해 발생하는 공기 중 방사선원은 적절한 환기계통의 설계 및 적절한 감시계통의 선정에 유용한 형태로 그 위치 및 크기가 제시되어야 한다.

이러한 각종 선원들의 정량적 값을 산출하기 위해 사용된 가정들은 인허가 신청문서의 본 절에 명시하여야 한다.

4. 차폐 및 환기계통 설계를 위한 선원항은 보수적인 가정을 통해서 시설 운영 중 발생될 수 있는 것을 사용하여 산출되면 허용될 수 있다.
5. 시설의 설계, 운영 및 사용 재료의 특성을 반영한 선원항이 제시되어야 한다.
6. 위에 계산된 선원항 들은 차폐설계계산이나 환기계통설계에 반영되어야 한다.
7. 사고시 선원항을 고려하여 차폐 및 환기계통의 설계를 수행하여야 하며, 필수적으로 운전원 또는 시설 운영원의 접근이 요구되는 지역의 경우 사고 기간에 종사자 선량한도를 초과해서는 안된다.

### III. 검토절차

검토자는 방사선원항의 설계기준이 허용기준에 부합되는지의 여부와 선원의 강도와 공기 중 방사능농도 및 정량적인 선원에 대한 기술이 신청자가 사용한 가정 및 방법과 일치하는가를 판단한다.

차폐벽, 작업구역, 출입통로, 시료채취 장소 및 출입관리구역 등에 연관된 봉입선원의 위치는 직업상 방사선피폭을 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 (ALARA) 유지할 수 있는 것을 보장하기 위해서 추가적인 조치가 요구되는 특별한 상황이 있는가의 여부를 중점적으로 검토한다.

### IV. 평가결과

검토자는 인허가 신청문서 작성지침과 상세기술요건 및 일반안전요건의 방사선안전관리분야의 요건에 적합하도록 충분한 내용이 인허가 신청문서 및 개정본에 포함되어 있는지 검토하여 그 결과를 안전심사보고서로 작성한다. 안전심사보고서에는 신청자의 신청내용의 요약, 검토자의 검토근거, 허용기준 및 검토 도출사항 등을 포함한다.

## V. 참고문헌

1. “원자력안전법” 제40조, “운영에 관한 안전조치 등“
2. “원자력안전법” 제91조, “방사선장해 방지조치“
3. “원자력안전법 시행령” 제133조(피폭관리)
4. “원자력안전법 시행령” 제134조(피폭저감화 조치)
5. “원자력안전법 시행령” 제174조(환경상의 위해방지)
6. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제32조(방사성폐기물의 처리 및 저장시설 등)
7. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제34조(방사선방호설비)
8. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제42조(설계기준사고)
9. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제46조(방사선방호의 최적화)
10. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제52조(피폭방사선량 등에 관한 조치)
11. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)
12. Regulatory Guide 1.4, “Assumptions used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss-of-Coolant Accident for Pressurized Water Reactors.“
13. Regulatory Guide 1.7, “Control of Combustible Gas Concentrations in Containment Following a Loss-of-Coolant Accident.“
14. Regulatory Guide 1.112, “Calculations of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-Water-Coolant Power Reactors.“





# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 5 장 방사선방호

### 제 5.3 절 방사선방호설계

검토주관: 방사선안전관리 분야 담당부서

#### I. 검토분야

운영 및 사고조건 등을 고려하는 방사선방호 설계특성과 관련된 것으로 다음 항목이 기술된 인허가 신청문서의 해당분야를 검토한다.

1. 시설 설계특성
2. 차폐
3. 환기
4. 지역, 임계, 방사성유출물 및 공기 중 방사능 감시계측설비
5. 선량평가

#### II. 허용기준

##### 규제요건

인허가 신청문서의 내용이 원자력안전법 및 동법 시행령, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙, 원자력안전위원회 고시 등의 요건들에 부합하면 타당한 것으로 인정된다. 관련 요건들은 다음과 같다.

1. 원자력안전법 제40조(운영에 관한 안전조치 등)

2. 원자력안전법 제91조(방사선장해 방지조치)
3. 원자력안전법 시행령 제2조(정의) 제4호(선량한도) 별표 1
4. 원자력안전법 시행령 제131조(측정)
5. 원자력안전법 시행령 제133조(피폭관리)
6. 원자력안전법 시행령 제134조(피폭저감화 조치)
7. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조(방사선방호설비)
8. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제38조(경보장치 등)
9. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제46조(방사선방호의 최적화)
10. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제51조(방사선관리구역 등에의 조치)
11. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제52조(피폭방사선량 등에 관한 조치)
12. 방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제3조(방사선관리구역)
13. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)

### **안전심사지침 허용기준**

상기 관련 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

#### **1. 시설 설계특성**

신청자가 원자력안전법 제91조의 방사선장해 방지조치의 규정과 원자력안전법 시행령에서 규정하는 선량한도 요건을 만족하는 것을 입증할 경우 타당함을 인정한다. 여기에는 보수, 방사성물질 취급 및 처리, 사고 후 복구 등과 같은 주요 피폭누적 작업들을 고려하여 시설이 설계되고, 설계에 반영된 방사선방호 특성은 원자력안전법 제91조와 관련 ALARA 이행에 관한 요건 및 지침 Regulatory Guide(이하 “RG”) 8.8과 8.10에 부합하여, 이러한 방사선피폭 유발 활동으로 인해 초래될 가능성이 있는 방사선피폭이 ALARA로 유지될 것임을 보여야 한다. 설계에 반영되는 방사선방호 특성에는 다음과 같은 내용이 포함된다.

가. 작업, 검사 및 시료채취 지역으로의 접근 용이성

나. 선원 세기의 저장 능력

다. 방사선장에서의 작업시간 단축능력

라. 이동형 차폐체와 원격조작 도구의 준비

출입관리는 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제51조(방사선관리구역 등에 의 조치)에 의거하여 이루어져야 한다.

예상이 가능한 비정상 상태를 포함하여 정상운영 중 고준위 방사선구역이 발생할 가능성을 최소화하도록 시설이 설계되어야 한다. 고준위 방사선구역은 종사자의 출입이 엄격히 통제될 수 있도록 일상적인 작업공간이나 복도 등에서 가능한 멀리 떨어져 있어야 한다.

## 2. 차폐

검토자는 차폐두께 계산에 사용된 가정, 사용된 계산방법 및 매개변수에 대하여 평가한다. 감마선원 및 중성자-감마 복합선원에 대한 차폐두께를 결정하는데 효과적인 다수의 인정된 차폐계산 코드들이 사용 가능하다. 차폐 설계자들이 사용한 대부분의 코드들은 미국 Oak Ridge 국립연구소(ORNL)의 방사선안전정보평가 센터(RSICC) 소유 코드들인데 이는 신뢰도 및 정확도에 대해서가 아니라 운영측면에서 시험받고 인정받았다는 것을 의미한다. 방사선차폐 코드는 복잡성과 정밀도 측면에서 볼 때, 간단한 점선원 계산방법(point-kernel methods)으로부터 좀 더 복잡한 각분할법(discrete ordinates methods), 아주 정밀한 몬테칼로 계산방법(Monte Carlo methods)에 이르기까지 매우 다양하다. 검토자는 신청자의 계산방법의 타당성을 확인하기 위하여 필요시에는 이들 전산코드를 이용하여 주어진 차폐설계 및 선원세기에 대한 선량률을 계산할 수 있다.

이때 방사선원, 반응단면적, 차폐와 선원간의 기하학적 모형, 수송방정식 등에 관한 가정들은 실제적이어야 한다. 방사선의 흐름(streaming) 및 산란(scatter)을 줄이기 위하여 관통부와 통로는 미로형태로 설계하여야 한다. 차폐물질 구성성분은 차폐체 자체가 잠재적인 방사선원(차폐물질의 방사화 또는 일차방사선과의 반응으로 인한 이차방사선의 생성 등)이 되는 것을 최소화하도록 선택하여야 한다. 효과적인 방사선 차폐설계는 직업상 방사선피폭을 ALARA로 유지해야 하는 요건을 만족하는데 있어서 필수적이다.

### 3. 환기계통

환기계통은 인허가 신청문서에 기술된 방사선구역 내에서의 환기율에 대한 기준 및 기초 근거가 공기 중 저방사능 지역에서 공기 중 고방사능 지역으로 공기가 흘러서 필터나 배기구로 나가고, 정상적인 체류구역 내에서의 방사성물질 농도가 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)의 유도공기중농도 규정을 만족하며, 원자력안전법 시행령 제2조제4호의 별표1의 선량한도 규정을 만족한다는 것을 보증한다면, 방사선방호 관점에서 허용된다. 환기계통은 정상적으로 체류하지 않으나 보수 및 검사가 반드시 수행되어야 하는 구역에서의 공기중 방사능농도를 유도공기중농도(1 DAC) 미만으로 줄일 수 있는 충분한 능력을 가져야 한다. 환기계통은 방사능물질을 함유한 필터가 쉽게 유지 관리되고 계통을 관리하는 직원 및 인근 지역에 머무는 직원에게 추가적인 방사선위해를 유발하지 않도록 설계되어야 한다. 신청자는 또한 방사성기체 및 입자와 관련하여 RG 8.8의 지침을 적용하였다는 것을 입증함으로써 환기계통의 허용성을 인정받을 수 있다.

### 4. 지역, 임계, 방사성유출물 및 공기 중 방사능 감시계측설비

가. 지역 및 임계방사선 감시계통은 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 및 RG 8.15, 1.97의 규정에 부합하고, 다음에 제시된 사항들을 만족할 때 허용된다.

- 1) 제한된 출입관리 절차를 거치지 않고 평상적으로 체류 가능한 지역과 지역 방사선감시계통 설계 및 위치에 관한 기준(산업기준 KEPIC NRB 7000)에 따라 방사선구역 등급의 설계상 방사선준위를 초과할 가능성이 있는 지역에는 지역방사선 계측기들이 위치하여야 한다.
- 2) 계측기들은 위치한 방사선구역에서의 설계 최대선량률 및 사고시에 도달할 수 있는 최대선량률을 계측할 수 있는 선량률 지시치 범위를 가져야한다.
- 3) 계측기들은 교정품질 저하를 고려하여 주기적으로 교정되어야 한다.
- 4) 각 감시기는 현장에서 감지 가능한 음향경보장치와 변경 가능한 경보설정치를 갖는다. 소음이 높은 지역에 설치된 감시기들은 시각경보장치도 갖추어야 한다.
- 5) 책임계감시가 적절히 수행될 수 있는 곳에 임계감시기가 설치되어있어야 하며, 감시기는 설계 감시영역을 충분히 감시할 수 있어야 한다.
- 6) 핵연료를 저장 또는 취급하는 장소에 대한 책임계감시기는 10 CFR 50.68의

기준에 부합하여야 한다.

- 7) 중앙통제실에 지시치와 경보가 제공되어야 한다.
- 8) 필요시 비상전원이 공급되어야 한다.

나. 공기 중 방사능농도 감시계통은 RG 8.25의 연속 공기시료 채취에 관한 지침에 부합하고 다음과 같은 요건을 만족할 때 허용된다.

- 1) 방사성물질의 인체내부 흡입에 대한 일차적인 방호를 제공한다.
- 2) 정상적으로 채류하는 지역으로서 공기 중에 방사능이 존재할 가능성이 있는 지역에서 공기시료를 채취하여야 한다.
- 3) 계측기가 대표 공기 중 농도를 측정할 수 있도록 시료채취기 취구부분에 가능한 한 가까이 위치하여야 한다.
- 4) 환기계통은 HEPA 필터의 상단 흐름(공기중오염원의 후단 흐름)에 위치한다. 기체배출감시계통은 HEPA 필터의 후단 흐름에 위치한다.
- 5) 계측기들은 정기적으로 교정하며, 또한 계측기에 대한 보수작업이 실시된 이후에도 교정한다.
- 6) 각 감시기는 현장에서 감지 가능한 음향경보장치와 변경 가능한 경보지시치를 갖추어야 한다. 소음이 높은 지역에 설치된 감시기들은 시각경보장치도 갖추어야 한다.
- 7) 중앙통제실에 지시치와 경보가 제공된다.
- 8) 필요시 비상전원이 공급된다.

다. 시설 내 사고 방사선감시계통은 다음과 같은 요건을 만족하여야 한다.

- 1) 어떤 사고가 진행 중일 때 접근해야 할 지역에서의 방사선위험을 평가할 수 있는 능력이 있어야 한다.
- 2) 사고가 발생하였을 때 사용할 휴대용 계측기들은 사고로 인한 비상사태에 대응하는 자들이 쉽게 취할 수 있는 장소에 보관하여야 한다.
- 3) 사고기간 중 감시가 필요한 감시기는 비상전원이 공급되어야 한다.
- 4) 사고용 감시 계통들은 계산상의 최대 준위까지 포함하는 사고준위를 감시할 수 있어야 하며, 또한 사고로 인하여 초래된 환경조건에서도 적절하게 운전이 가능하도록 설계되어야 한다.

- 라. 시설 내 공기 중 방사능농도 감시의 적합성 여부를 평가하는 데에 있어서는 방사성유출물의 방사능측정 등에 관한 규제지침(RG 1.21, 부록 A)을 적용한다. RG 8.2는 방사선위해를 평가하기 위한 탐사에 관한 지침을 제공한다. ANSI N13.1-1999는 원자력시설 내의 환기구 및 배기구에서의 공기중 방사성 물질의 시료채취에 관한 자세한 지침을 제공하는데, 이는 시료채취에 관련된 기술적 사항들 및 실제 시료채취 과정의 적합성에 대한 허용기준으로 사용될 수 있다. RG 8.8은 감시계통에 대한 보다 자세한 지침을 제공하고 있다.
- 마. 환경으로의 방사성유출물 감시와 관련하여 시설에서 정상 배출되는 경로뿐 아니라 비정상 누설로 인한 잠재적인 방출 경로까지 시료채취 및 분석이 가능하여야 한다. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제20조에 규정된 배기중 및 배수중 방사성물질의 농도요건을 만족하기 위해서 기체 및 액체 유출물감시계통의 설계는 규제지침 RG 1.21 및 RG 4.15를 적용한다.

### 5. 선량평가

선량평가는 선량평가에 관한 RG 8.19에 따라 계산가정, 계산방법 및 계산결과를 적절히 기록하여야 하며, 여기에는 작업자 수와 구분, 예상 및 설계선량을 그리고 예상집단선량(man-Sv) 등을 포함해야 한다.

상기 허용기준에 대한 기술적 배경은 다음과 같다.

1. 방사선방호 특성에서 언급된 원자력안전법 제91조의 규정은 원자력관계사업자가 대통령령이 정하는 바에 따라 방사선장해를 방지하고 방사성물질의 방출량 및 방사선피폭선량이 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 유지되도록 필요한 조치를 하여야 한다고 요구하고 있다.
2. 방사선방호 설계는 원자력안전법 시행령 제2조제4호 별표1의 종사자의 선량한도를 만족함을 보증하여야 한다.
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제38조(경보장치 등)의 요건은 방사선방호 설비가 정상적으로 운전되지 아니할 때 신속히 감지하고 종사자에게 과도한 방사선피폭을 야기하지 않도록 보증하는 요건이다.

## Ⅲ. 검토절차

본 검토절차는 앞에서 기술된 허용기준을 근거로 한다. 허용기준에서 벗어난 부분

에 대해서 검토자는 신청자가 제시한 대안이 관련 요건에 만족함을 보이는 신청자의 평가결과를 검토하여야 한다.

1. 검토자는 인허가 신청문서에 기술된 방사선방호 설계특성에 관한 정보가 인허가 신청문서 작성에 관한 규제지침을 따르고 있는지를 검토한다. 검토자는 다음과 같은 사항을 검토한다.

가. 인허가 신청문서 내용

나. 방사선원 및 방사선차폐에 주안점을 둔 시설의 설계도면

다. 방사성폐기물계통, 제염시설, 사무실과 출입관리지역, 세탁실, 탈의실과 개인제염지역을 포함하는 샤워실, 실험실 등을 포함하는 건물에 대한 설계도면

인허가 신청문서 검토단계에서는 직업상 방사선피폭이 합리적으로 달성 가능한 낮게 유지됨을 보증함에 일치하는 것으로 보이지 않는 예비설계특성에 특별히 관심을 두며, 방사선방호 설계특성은 ALARA 규제지침을 사용하여 평가한다. 또한, 새로운 배치, 개선된 설계, 특이한 차폐 두께, 새로운 또는 변경된 방사선차폐 두께계산 절차, 계산에 도입된 특이한 가정들, 방사선감시기들의 위치 등에 관련한 사항을 평가한다.

2. 검토자는 용인된 방사선 차폐계산 방법 및 사례를 근거로 신청자의 차폐설계의 적절성을 평가한다. 검토자는 시설 배치도면과 방사선구역 구분을 근거로 시설의 어느 지역을 선정하여 차폐설계의 적절성을 독립적인 검증계산을 통해 확인할 수 있다.

3. 인허가 신청문서 검토단계에서 검토자는 방사선구역 구분이나, 계측장비 설치 위치의 변경 등을 포함하는 내용의 운영절차서 변경을 필요로 하는 설계상의 변경에 대하여 고려한다.

4. 검토자는 신청자가 여기에서 인용하고 있는 규제지침이나 산업기준 등의 지침을 따르고 있는지의 여부를 검토한다.

5. 검토결과에 준하여 검토자는 신청자에게 추가 자료를 요청하거나 또는 방사선

방호 설계특성이 본 안전심사지침의 허용기준을 만족하고 있는지를 신청자로 하여금 재평가하도록 요구할 수 있다.

#### IV. 평가결과

검토자는 인허가 신청문서 작성지침과 상세기술요건 및 일반안전요건의 방사선안전관리분야의 요건에 적합하도록 충분한 내용이 인허가 신청문서 및 개정본에 포함되어 있는지 검토하고 검증계산(필요시)하여 그 결과를 안전심사보고서로 작성한다. 안전심사보고서에는 신청자의 신청내용의 요약, 검토자의 검토근거, 허용기준 및 검토 도출사항 등을 포함한다.

#### V. 참고문헌

1. “원자력안전법” 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. “원자력안전법” 제91조(방사선장해 방지조치)
3. “원자력안전법 시행령” 제2조(정의) 제4호(선량한도) 별표 1
4. “원자력안전법 시행령” 제131조(측정)
5. “원자력안전법 시행령” 제133조(피폭관리)
6. “원자력안전법 시행령” 제134조(피폭저감화 조치)
7. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제34조(방사선방호설비)
8. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제38조(경보장치 등)
9. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제46조(방사선방호의 최적화)
10. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제51조(방사선관리구역 등에의 조치)
11. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제52조(피폭방사선량 등에 관한 조치)
12. “방사선안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙” 제3조(방사선관리구역)
13. 원자력안전위원회 고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준)
14. Regulatory Guide 1.4, “Assumptions Used for Evaluation of the Potential Radiological Consequences of a Loss-of-Coolant Accident for Pressurized Water Reactors”
15. Regulatory Guide 1.7, “Control of Combustible Gas Concentrations in Containment Following a Loss-of-Coolant Accident.”



16. Regulatory Guide 1.52, "Design, Testing, and Maintenance Criteria for Post-Accident Engineered-Safety-Feature Atmosphere Cleanup System Air Filtration and Absorption Units of Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants."
17. Regulatory Guide 1.69, "Concrete Radiation Shields for Nuclear Power Plants."
18. Regulatory Guide 1.70, "Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants."
19. Regulatory Guide 1.97, "Instrumentation for Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants to Assess Plant Conditions During and Following an Accident."
20. Regulatory Guide 8.2, "Administrative Practices in Radiation Monitoring."
21. Regulatory Guide 8.8, "Information Relevant to Ensuring that Occupational Radiation Exposures at Nuclear Power Stations will be as Low as is Reasonably Achievable."
22. Regulatory Guide 8.10, "Operational Philosophy for Maintaining Occupational Radiation Exposures as Low as is Reasonably Achievable."
23. Regulatory Guide 8.19, "Occupational Dose Assessment in Light-Water Reactor Power Plants Design Stage Man-Rem Estimates."
24. Regulatory Guide 8.25, "Air Sampling in the Workplace."
25. Regulatory Guide 8.38, "Control of Access to High and Very High Radiation Areas of Nuclear Plants."
26. ANSI/ANS-HPSSC-6.8.1-1981, "Location and Design Criteria for Area Radiation Monitoring Systems for Light Water Nuclear Reactors."
27. ANSI/HPS N13.1-1999, "Sampling and Monitoring Releases of Airborne Radioactive Substances from the Stacks and Ducts of Nuclear Facilities."



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 5 장 방사선방호

### 제 5.4 절 방사선안전관리계획

검토주관: 방사선안전관리 분야 담당부서

#### I. 검토분야

인허가 신청문서에 기술된 방사선안전관리계획에 대하여 다음 사항을 검토한다.

##### 1. 방사선안전관리 조직

- 가. 해당 직위의 책임과 권한이 명시된 방사선안전관리계획상의 행정조직
- 나. 방사선안전관리계획과 방사성물질 취급 및 감시 책임자의 경력 및 자격
- 다. 종사자 선정 및 훈련에 관한 지침(Regulatory Guide(이하 “RG”) 1.8), 방사선 감시에서의 행정절차에 관한 지침(RG 8.2), ALARA 관련 지침(RGs 8.8, 8.10)의 이행에 관한 사항 및 기타 자료의 적용 여부

##### 2. 장비, 계기 및 설비

- 가. 정상운영 중 및 사고 시 방사선/능 및 오염도 측정, 시설 내 공기 중 방사능 농도 측정 및 시료채집, 지역방사선감시 및 개인방사선감시를 위한 각종 휴대형 또는 실험실용 계측기의 선정에 대한 기준. 여기에는 교정, 유지보수 및 수리로 인한 사용불가를 고려한 기기의 종류별 수량을 포함한다.
- 나. 기기의 보관, 교정, 보수시설에 대한 기술
- 다. 탈의실, 샤워실, 개인제염실, 호흡장비, 오염관리장비 및 오염관리장비실 등 방사선안전관리 설비들의 기술내용 및 위치. 또한 이들 시설이 종사자들에게 필요한 방호수단을 제공하는 방법들의 기술내용

- 라. 상기 항목에 기술된 시설/장비의 위치, 계측기 및 감시기의 유형, 감도, 측정 범위, 교정주기 및 교정방법에 관한 기술내용
- 마. 개인선량계에 관한 지침(RG 8.4), ALARA 관련 지침(RG 8.8), 생체분석에 관한 지침(RGs 8.9, 8.26)의 이행에 관한 사항 및 기타 자료의 적용 여부

### 3. 절차

- 가. 방사선구역의 출입 및 작업시간의 관리를 위한 물리적, 행정적 조치에 관한 기술내용
- 나. 직업상 방사선피폭의 ALARA 유지를 보증하는 운영절차와 방법에 관한 기술내용
- 다. 방사선 탐사에 관한 방법, 주기 및 절차에 관한 기술내용
- 라. 개인 또는 장비의 표면오염도 측정 및 관리방법에 관한 기술내용
- 마. 공기중 방사능농도 제한을 위한 공학적 관리, 공기중 방사능농도의 평가와 관리, 특수(special) 공기채집 및 호흡장비의 발급/사용 등에 관한 방법 및 절차에 관한 기술내용
- 바. 방사선방호 교육 및 훈련계획에 관한 기술내용
- 사. 종사자 선정 및 훈련에 관한 지침(RG 1.8), 방사선감시에서의 행정절차에 관한 지침(RG 8.2), 직업상 방사선피폭의 기록체계에 관한 지침(RG 8.7), ALARA 관련 지침(RGs 8.8, 8.10), 생체분석에 관한 지침(RGs 8.9, 8.26), 직업상 방사선피폭의 위험에 관한 교육 지침(RG 8.29), 방사선방호훈련에 관한 지침(RG 8.27)의 이행에 관한 사항 및 기타 자료의 적용 여부

## II. 허용기준

### 규제요건

1. 인허가 신청문서의 기술내용이 원자력안전법 및 하위규정에서 정하고 있는 다음과 같은 방사선안전관리 관련 기준, 교육 및 훈련에 관한 기준, 그리고 관련 원자력안전위원회고시 등의 요건에 부합하면 타당하다.
  - 가. 원자력안전법 제40조(운영에 관한 안전조치 등), 제84조(면허 등), 제91조(방사선장해방지조치), 제92조(장해방어조치 및 보고), 제97조(도난 등의 신고),

제106조(교육훈련)

- 나. 원자력안전법 시행령 제68조(핵연료주기시설 운영에 관한 안전조치), 제131조(측정), 제136조(장해방어조치 및 보고), 제148조(방사선작업종사자 및 수시출입자 교육)
- 다. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제52조(피폭방사선량 등에 관한 조치)
- 라. 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선.01, 방사선방호 등에 관한 기준)

2. 또한, 정상 및 사고 시 시설 내 방사선 및 공기 중 농도 감시 요건을 만족하고 관련 요건이 충족되도록 충분한 기술내용을 포함하고 있으면 타당하다.

### 안전심사지침 허용기준

상기 관련 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지를 평가해야 한다.

#### 1. 방사선안전관리 조직

직업상 방사선피폭을 ALARA로 유지하기 위한 책임자의 임무, 자격, 교육사항 및 조직은 원자력안전법 제40조 “운영에 관한 안전조치 등”, 제84조 “면허 등”, 제106조 “교육훈련”, 시행령 제148조 “방사선작업종사자 및 수시출입자 교육”, 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선.01), “방사선방호 등에 관한 기준”, 종사자 선정 및 훈련에 관한 지침(RG 1.8), 방사선감시에서의 행정절차에 관한 지침(RG 8.2), ALARA 관련 지침(RGs 8.8, 8.10) 및 방사선안전관리계획의 세부 내용에 관한 지침에 부합되어야 한다.

#### 2. 장비, 계기 및 설비

가. 휴대형 계측기기는 원자력안전법 시행령 제131조 “측정”에 부합되어야 한다.

나. 개인감시장비는 원자력안전법 시행령 제131조 “측정”에 부합되어야 한다.  
개인감시장비는 다음과 같은 장비가 포함된다.

- 프리스커(방사능 오염측정)
- 개인선량계 관련 지침(RGs 8.4, 8.14, 8.28)에 부합하는 개인선량의 조기 평가를 위한 음향정보 선량계를 포함한 자기 판독형 중·저준위 개인선량계
- 방호복에 장착 가능한 선량률 또는 개인 공기채집기
- 원자력안전위원회고시 제2019-08호(선량.03)에 부합하는 개인선량계
- 생체분석에 관한 지침(RGs 8.9, 8.26)에 부합하는 생체분석과 전신계측을 위한 설비

다. 개인 방호장비로는 다음과 같은 장비가 포함되어야 한다.

- 방호복
- 액체 오염관리를 위한 비닐방호복
- 방호모, 신발덮개, 고무장갑, 기타 안전관련 항목
- 공기공급형 전면마스크
- 산소통부착형 전면마스크
- 필터형 전면마스크

라. 최소한의 방사선안전관리 지원시설 및 구역으로서 다음 항목들이 포함되어야 한다.

- 휴대형 계기의 교정 및 저장 구역(저장고는 출입이 용이하여야 한다).
- 필요한 감시 장비가 설치된 개인제염실. 제염실은 신속히 종사자의 오염을 제거할 수 있도록 설계/설치되어야 하며 다용도로 사용되지 않아야 한다.
- 개인 방호장비, 감시기, 호흡장비의 세척, 위생처리, 보수 및 제염을 위한 시설 및 장비
- 탈의실
- 주의/경보표시 및 각종 신호, 출입통제를 위한 관리소
- 방사선관리구역 외부에서의 허가된 방사성물질의 저장 및 관리 능력
- 휴대형 계기, 호흡장비, 개인용 감시기 및 각종 오염관리 장비의 저장을 위한 한 곳 이상의 방사선방호 장소. 이곳은 통신시설이 구비되어야 하고 쉽게 접근 가능하여야 한다.

### 3. 절차

방사선안전관리계획 및 절차는 원자력안전법 제40조 “운영에 관한 안전조치 등”, 제91조 “방사선장해방지조치”, 원자력안전법 시행령 제136조 “장해방어 조치 및 보고”, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제52조, “피폭방사선량 등에 관한 조치”, 운영기술지침서, 그리고 품질보증 지침(RG 1.33), 종사자 선정 및 훈련에 관한 지침(RG 1.8), ALARA 관련 지침(RGs 8.8, 8.10) 등에 기술된 출입관리 기준에 부합되어야 한다.

각종 운영, 유지, 보수, 탐사, 재장전 절차와 방법은 직업상 방사선피폭이 ALARA로 유지되고 ALARA 관련 지침(RG 8.8)에 부합하도록 검토되어야 한다. 주요 피폭 작업에 대해서는 작업 후 작업허가 계획의 효과를 평가하여 차후의 유사 작업에서 방사선피폭의 ALARA 유지에 적용되어야 한다.

방사선구역 또는 출입관리구역에서의 방사성물질 취급 및 이송에 관한 관리감독 규정 및 방사성물질의 확산관리를 위한 절차가 구비되어야 한다. 오염관리를 위한 허용기준이 개발되어야 한다.

또한 개인감시 절차, 생체분석, 개인방사선량의 기록유지 및 보고에 대한 규정이 있어야 하며 이에 관한 기준으로는 원자력안전법 제92조 “장해방어조치 및 보고”, 제97조 “도난 등의 신고”, 원자력안전법 시행령 제131조 “측정”, 제136조 “장해방어조치 및 보고”, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제52조, “피폭방사선량 등에 관한 조치” 등이며, 관련 지침으로는 방사선감시에서의 행정절차에 관한 지침(RG 8.2), 생체분석에 관한 지침(RGs 8.9, 8.26), 기록유지 및 보고 지침(RG 8.7), ALARA 관련 지침(RG 8.8), 태아의 방사선피폭 관련 지침(RG 8.13), 방사선방호훈련에 관한 지침(RG 8.27), 직업상 방사선피폭의 위험에 관한 교육지침(RG 8.29) 및 방사선방호계획의 세부내용에 관한 지침(NUREG-0761) 등이다.

방사선안전관리계획에서 교육, 훈련 및 재훈련 계획은 원자력안전법 제106조 “교육훈련”, 시행령 제148조 “방사선작업종사자 및 수시출입자 교육” 및 ALARA 관련 지침(RGs 1.8, 8.8, 8.10, 8.27)에 부합되어야 한다. 방사선안전관리계획을 주기적으로 검토하여 절차서, 장비 및 시설 등을 개선해야 하고 이 계획에는 어느 곳에서 직업상 방사선피폭이 일어났는가를 결정하고 이러한 피폭을 저감할 수 있는 방안을 검토하기 위한 주기적인 검사가 포함되어야 한다.

관리조직 및 교육은 ALARA 관련 지침(RG 8.8)과 시설 관리에 관한 지침(NUREG-0731)의 기준에 부합되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

인허가 신청문서에 기술된 사항이 본 안전심사지침의 허용기준에 적합한지를 검토한다. 세부 검토절차는 다음과 같다.

1. 방사선안전관리계획 책임자의 조직상 위치, 책임, 경력, 자격을 검토한다. 방사선안전관리 조직, 기능, 자격이 종사자 선정 및 훈련에 관한 지침(RG 1.8)과 ALARA 관련 지침(RG 8.8)에 부합되는가를 검토한다.
2. 방사선/능 준위 및 피폭선량 측정을 위한 장비(장비의 수량, 형태, 측정영역, 감도, 교정방법 및 주기, 이용 가능성을 포함)를 검토한다. 또한 휴대형, 고정형, 실험실용 및 개인 감시 장비의 사용계획을 검토한다.
3. 직업상 방사선피폭 및 방사능 오염을 관리하기 위한 방사선안전관리시설과 관련 안전관리 장비를 검토한다.
4. 교육 및 훈련 프로그램의 개발 및 방사선방호교육 책자의 개발 등에 관한 기술 내용을 검토한다.
5. 방사성물질의 이송, 저장관리, 피폭관리 및 오염관리를 위한 절차를 검토한다.

이러한 검토를 근거로 하여, 신청자에게 추가 정보를 제시하게 하거나 허용기준에 부합되도록 제출 서류를 개정할 것을 요구할 수 있다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 인허가 신청문서 작성지침과 상세기술요건 및 일반안전요건의 방사선안전관리분야의 요건에 적합하도록 충분한 내용이 인허가 신청문서 및 개정본에 포함되어 있는지 검토하여 그 결과를 안전심사보고서로 작성한다. 안전심사보고서에는 신청자의 신청내용의 요약, 검토자의 검토근거, 허용기준 및 검토 도출사항 등을 포함한다.

## V. 참고문헌

1. “원자력안전법” 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. “원자력안전법” 제84조(면허 등)
3. “원자력안전법” 제91조(방사선장해방지조치)
4. “원자력안전법” 제92조(장해방어조치 및 보고)
5. “원자력안전법” 제97조(도난 등의 신고)
6. “원자력안전법” 제106조(교육훈련)
7. “원자력안전법 시행령” 제131조(측정)
8. “원자력안전법 시행령” 제134조(피폭저감화조치)
9. “원자력안전법 시행령” 제136조(장해방어조치 및 보고)
10. “원자력안전법 시행령” 제148조(방사선작업종사자 및 수시출입자 교육)
11. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙” 제51조(방사선관리구역 등에의 조치)
12. 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선.01), “방사선방호 등에 관한 기준”
13. 원자력안전위원회고시 제2019-08호(선량.03), “개인 피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정”
14. Regulatory Guide 1.8, “Personnel Selection and Training“
15. Regulatory Guide 1.33, “Quality Assurance Program Requirements(Operation)“
16. Regulatory Guide 1.70, “Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants“
17. Regulatory Guide 1.97, “Instrumentation for Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants to Access Plant and Environs Conditions During and Following an Accidents.“
18. Regulatory Guide 8.2, “Guide for Administrative Practices in Radiation Monitoring.“
19. Regulatory Guide 8.4, “Personnel Monitoring Device—Direct-Reading Pocket Dosimeters.“
20. Regulatory Guide 8.7, “Instructions for Recording and Reporting Occupational Radiation Exposure Data“
21. Regulatory Guide 8.8, “Information Relevant to Ensuring that Occupational Radiation Exposures at Nuclear Power Stations will be as Low as is Reasonably Achievable“



22. Regulatory Guide 8.9, "Acceptable Concepts, Models, Equations, and Assumptions for a Bioassay Program."
23. Regulatory Guide 8.10, "Operating Philosophy for Maintaining Occupational Radiation Exposures as Low as is Reasonably Achievable."
24. Regulatory Guide 8.13, "Instruction Concerning Prenatal Radiation Exposure."
25. Regulatory Guide 8.14, "Personnel Neutron Dosimeters."
26. Regulatory Guide 8.26, "Applications of Bioassay for Fission and Activation Products."
27. Regulatory Guide 8.27, "Radiation Protection Training for Personnel at Light-Water- Cooled Nuclear Power Plants."
28. Regulatory Guide 8.28, "Audible-Alarm Dosimeter."
29. Regulatory Guide 8.29, Instruction Concerning Risks From Occupational Radiation Exposure."
30. NUREG-0731, "Guidelines for Utility Management Structure and Technical Resources."
31. NUREG-0761, "Radiation Protection Plans for Nuclear Power Reactor Licensees "



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 6 장 방사성폐기물관리

### 제 6.1 절 액체방사성폐기물 관리계통

검토주관: 방사선·폐기물 분야 담당부서

#### I. 검토분야

액체방사성폐기물 관리계통은 정상운전시에 발생하는 액체방사성폐기물을 취급, 처리 및 저장하고 규제요건에 따라 환경으로 배출할 수 있도록 설계된다. 액체방사성폐기물 관리계통의 심사범위에는 계통의 설계목적, 설계기준, 처리방법, 액체방사성폐기물 예상 발생량 및 배출량, 배출지점 및 배출경로 등이 포함되며, 세부 검토내용은 다음과 같다.

1. 계통의 설계용량, 예상유량, 주요 방사성핵종에 대한 예상 제염계수
2. 배관 및 주요 기기의 설계기준 및 근거
3. 액체방사성폐기물 저장탱크의 넘침 현상을 방지하고 넘침 폐액이 발생할 경우 이를 수집·관리하기 위한 설계조항
4. 계통의 진공 상태를 방지하기 위한 설계조항
5. 계통의 누설을 감소시키고 운전 및 보수를 용이하게 하기 위한 설계조항
6. 액체방사성폐기물의 통제 및 감시되지 않는 방출을 방지하기 위한 설계조항
7. 액체방사성폐기물 처리공정의 설계특성 및 여과기, 이온교환수지, 흡착 매질의 종류와 특성(제염계수 등)
8. 액체방사성폐기물 처리·저장 및 배출경로

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 액체방사성폐기물 관리계통에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자력안전법 제36조(허가 등 기준)
2. 원자력안전법 시행령 제174조(환경상의 위해방지)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)
4. 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조 (폐기물저장설비) 및 제74조 (폐기물처리설비)
5. 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제6조(배출관리기준) 및 제16조(환경상의 위해방지)

### 안전심사지침 허용기준

위 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지 평가해야 한다.

1. 액체방사성폐기물 처리계통은 제한구역경계에서 액체상 방사성물질의 농도가 원자력안전위원회가 정하는 배수중 배출관리기준 이하가 되도록 처리하는 능력을 갖추어야 한다.
2. 환경으로 배출될 것으로 예상되는 액체상태의 방사성물질에 의한 제한구역경계에서의 연간 방사선량은 유효선량 0.03mSv 이내, 인체 장기 등가선량 0.1mSv 이내로 유지할 수 있어야 한다.
3. 시설에서 환경으로 배출되는 방사성물질의 수량에 관한 운영상 제한치 및 조

건이 제시되어야 한다. 운영상 제한치 및 조건은 관련 규제요건을 만족시키고 유사 시설의 운영경험 등에 근거하여 최적화를 통해 유도하여야 한다.

4. 액체방사성폐기물 처리계통은 시설의 예상 처리요구량을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다. 주요 공정설비의 보수(단일고장) 및 액체폐기물 발생량이 급증하는 기간에도 발생하는 액체폐기물을 관련 규제요건에 따라 처리할 수 있도록 충분한 용량이 확보되어야 한다.
5. 액체방사성폐기물 처리계통 구조물의 내진등급, 주요 기기의 품질등급 및 안전등급 분류는 해당 시설 및 계통에서 취급하게 될 방사성물질의 수량 등을 고려하여 제시되어야 한다.
6. 액체방사성폐기물 처리계통의 설계에는 누설을 방지하고 운전/보수를 용이하도록 하는 조항을 포함하여야 한다. 또한, 가능한 한 시설 및 환경오염의 최소화, 해체 용이성 및 방사성폐기물 발생의 최소화를 달성할 수 있도록 시설 설계 및 운영절차에 반영되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 다음 검토절차에 따라 핵연료주기시설(가공시설)의 액체방사성폐기물관리계통 설계의 적합성을 검토한다.

1. 액체방사성폐기물 관리계통이 정상운전 시 발생될 것으로 예상되는 방사성폐기물을 처리·저장할 수 있는 충분한 용량 및 기능을 확보하고 있는지 검토한다.
2. 액체방사성폐기물을 처리한 후 환경으로 배출하는 경로와 지점이 명확하게 제시되었고 액체방사성폐기물이 제시된 배출경로 및 지점 외에는 배출되지 않음을 보장할 수 있는지 검토한다.
3. 액체방사성폐기물 처리계통의 성능이 적합하여 액체상 방사성물질의 배출이 다음 기준을 만족할 수 있는지 검토한다.
  - 제한구역경계에서 액체상 방사성물질의 농도가 방사선방호등에 관한 기준 제 6조의 배수중의 배출관리기준 이내

- 제한구역경계에서 연간선량이 방사선방호등에 관한 기준 제16조제1항 및 제2항의 방사선량기준 이내
- 4. 방사성폐기물을 처리하는 계통과 방사성폐기물 외의 폐기물을 처리하는 계통을 구별하여 설치되는지 검토한다. 다만, 방사성폐기물외의 유체상의 폐기물이 방사성폐기물 계통으로 보내지는 경우 방사성폐기물이 일반폐기물 처리계통으로 역류할 우려가 없는 때에는 예외를 인정할 수 있다.
- 5. 액체방사성폐기물을 환경으로 배출하기 전에 방사능 농도를 측정·분석할 수 있고, 허용농도 이하로 배출되는 것을 계속적으로 감시하여 그 농도를 초과하여 배출하는 경우에는 즉시 경보를 발하고 배출을 중단할 수 있는 설비를 갖추고 있는지 검토한다.
- 6. 액체방사성폐기물처리계통의 내부시설의 바닥면은 액체방사성폐기물의 누출확대를 방지하기 위한 독이 설치되어 있고, 바닥면의 경사 또는 그 곳에 만들어진 독의 경사에 의하여 액체방사성폐기물을 배수구 및 배수구정으로 흘러 들어가게 하는 구조인지 검토한다.
- 7. 액체방사성폐기물 처리 또는 저장설비의 시설 밖으로 통하는 출입구 또는 그 주변부에는 액체방사성폐기물이 시설 밖으로 누설되는 것을 방지하기 위한 독이 설치되어 있는지 검토한다. 다만, 시설내부의 바닥면이 인접하는 바닥면 또는 지표면보다 낮아서 시설 밖으로 누설될 우려가 없는 경우에는 예외를 인정할 수 있다.
- 8. 액체방사성폐기물 관리계통이 붕괴열 및 방사선의 조사에 의하여 발생하는 열에 견디고 화학약품 등에 의하여 현저히 부식될 우려가 없는지 검토한다. 또한 강산 또는 수산화물을 함유하는 액체상의 방사성폐기물을 처리·저장하는 설비는 내부식성 재료를 사용한 기밀구조로 되어 있는지 검토한다.
- 9. 옥외에 설치하는 방사성폐기물의 저장탱크 등 저장시설은 지진·지반함몰·붕괴·용기·전단 또는 부등침하 등에 의하여서도 안전성을 보증할 수 있도록 설치하고, 파도 또는 홍수에 의한 범람을 방지할 수 있도록 설치되었는지 검토한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 액체방사성폐기물 관리시스템의 설계는 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)과 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조 (폐기물저장설비) 및 제74조 (폐기물처리설비)의 규제요건을 충족한다.
2. 액체방사성폐기물 관리시스템은 가공시설 운영과정에서 발생하는 액체폐기물을 처리하여 환경으로 배출되는 방사성물질의 농도 및 방사선량을 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조(환경상의 위해방지)의 규제요건 이내로 유지할 수 있도록 설계되었으며, 따라서 원자력안전법 제36조(허가 등 기준) 제3호의 기준을 만족한다.
3. 액체방사성폐기물 관리시스템의 설계에는 향후 시설의 해체 용이성을 고려하여 시설 및 환경의 오염과 방사성폐기물의 발생을 최소화하기 위한 방안이 적절하게 고려되었고 관련 운영절차가 적절하게 수립되었다.

#### V. 참고문헌

1. 10 CFR 20, “Standards for Protection Against Radiation”
2. 10 CFR 50.34a, “Design Objectives for Equipment to Control Releases of Radioactive Material in Effluents “Nuclear Power Reactors”
3. 10 CFR 50.36a, “Technical Specifications on Effluents from Nuclear Power Reactors”
4. 10 CFR 50 Appendix A, “General Design Criteria for Nuclear Power Plants”
5. 10 CFR 50 Appendix I, “Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet the Criterion ‘As Low As Practicable’ for Radioactive Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor

Effluents”

6. NUREG-0017, “Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors (PWRs)”
7. Regulatory Guide 1.110, “Cost Benefit Analysis for Radwaste Systems for Light- Water-Cooled Nuclear Power Reactors”
8. Regulatory Guide 1.112, “Calculation of Release of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-water-cooled Power Reactors.”
9. Regulatory Guide 1.143, “Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures and Components in Light-Water-Cooled Nuclear Reactor Power Plants.”



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 6 장 방사성폐기물관리

### 제 6.2 절 기체방사성폐기물 관리계통

검토주관: 방사선·폐기물 분야 담당부서

#### I. 검토분야

기체방사성폐기물 관리계통은 정상운전시에 발생하는 기체방사성폐기물을 취급, 처리 및 저장하고 규제요건에 따라 환경으로 배출할 수 있도록 설계된다. 기체방사성폐기물 관리계통의 심사범위에는 계통의 설계목적, 설계기준, 처리방법, 기체방사성폐기물 예상 발생량 및 배출량, 배출지점 및 배출경로 등이 포함되며, 세부 검토내용은 다음과 같다.

1. 계통의 설계용량, 예상유량, 주요 방사성핵종에 대한 예상 제염계수
2. 배관 및 주요 기기의 설계기준 및 근거
3. 계통의 누설을 감소시키고 운전 및 보수를 용이하게 하기 위한 설계조항
4. 기체방사성폐기물의 통제 및 감시되지 않는 방출을 방지하기 위한 설계조항
5. 기체방사성폐기물 처리공정의 설계특성 및 여과기 등 매질의 종류와 특성(제염계수 등)
6. 기체방사성폐기물 처리 및 배출경로

그러나 별도의 기체방사성폐기물 관리계통을 설치하지 않고 건물 환기계통을 통하여 기체상 방사성물질을 처리·배출하는 가공시설에 대해서는 이 절의 지침의 전부 또는 일부를 적용하지 않을 수 있다.



## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 기체방사성폐기물 관리계통에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자력안전법 제36조(허가 등 기준)
2. 원자력안전법 시행령 제174조(환경상의 위해방지)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)
4. 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조(폐기물저장설비) 및 제74조(폐기물처리설비)
5. 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제6조(배출관리기준) 및 제16조(환경상의 위해방지)

### 안전심사지침 허용기준

위 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지 평가해야 한다.

1. 기체방사성폐기물 처리계통은 제한구역경계에서 기체상 방사성물질의 농도가 원자력안전위원회가 정하는 배기중 배출관리기준 이하가 되도록 처리하는 능력을 갖추어야 한다.
2. 환경으로 배출될 것으로 예상되는 기체상태의 방사성물질에 의한 제한구역경계에서의 연간 방사선량은 다음 기준치 이내로 유지되어야 한다.
  - 감마선에 의한 공기의 흡수선량 : 0.1밀리그레이(mGy)
  - 베타선에 의한 공기의 흡수선량 : 0.2밀리그레이(mGy)

- 외부피폭에 의한 유효선량 : 0.05밀리시버트(mSv)
  - 외부피폭에 의한 피부등가선량 : 0.15밀리시버트(mSv)
  - 입자상 방사성물질 등에 의한 인체 장기 등가선량 : 0.15밀리시버트(mSv)
3. 시설에서 환경으로 배출되는 방사성물질의 수량에 관한 운영상 제한치 및 조건이 제시되어야 한다. 운영상 제한치 및 조건은 관련 규제요건을 만족시키고 유사 시설의 운영경험 등에 근거하여 최적화를 통해 유도하여야 한다.
  4. 기체방사성폐기물 처리계통은 시설의 예상 처리요구량을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다.
  5. 기체방사성폐기물 처리계통 구조물의 내진등급, 주요 기기의 품질등급 및 안전등급 분류는 해당 시설 및 계통에서 취급하게 될 방사성물질의 수량 등을 고려하여 제시되어야 한다.
  6. 기체방사성폐기물 처리계통의 설계에는 운전/보수를 용이하도록 하는 조항을 포함하여야 한다. 또한, 가능한 한 시설 및 환경오염의 최소화, 해체 용이성 및 방사성폐기물 발생의 최소화를 달성할 수 있도록 시설 설계 및 운영절차에 반영되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 다음 검토절차에 따라 핵연료주기시설(가공시설)의 기체방사성폐기물관리계통 설계의 적합성을 검토한다.

1. 기체방사성폐기물 관리계통이 정상운전 시 발생될 것으로 예상되는 방사성폐기물을 처리·저장할 수 있는 충분한 용량 및 기능을 확보하고 있는지 검토한다.
2. 기체방사성폐기물을 처리한 후 환경으로 배출하는 경로와 지점이 명확하게 제시되었고 기체방사성폐기물이 제시된 배출경로 및 지점(배기구) 외에는 배출되지 않음을 보장할 수 있는지 검토한다.
3. 기체방사성폐기물 처리계통의 성능이 적합하여 기체상 방사성물질의 배출이 다음 기준을 만족할 수 있는지 검토한다.

- 제한구역경계에서 기체상 방사성물질의 농도가 방사선방호등에 관한 기준 제 6조의 배기중 배출관리기준 이내
  - 제한구역경계에서 연간선량이 방사선방호등에 관한 기준 제16조제1항 및 제2항의 방사선량기준 이내
4. 방사성폐기물을 처리하는 계통과 방사성폐기물 외의 폐기물을 처리하는 계통을 구별하여 설치되는지 검토한다. 다만, 방사성폐기물 외의 유체상의 폐기물이 방사성폐기물 계통으로 보내지는 경우 방사성폐기물이 일반폐기물 처리계통으로 역류할 우려가 없는 때에는 예외를 인정할 수 있다.
  5. 기체방사성폐기물을 환경으로 배출하기 전에 방사능 농도를 측정·분석할 수 있고, 허용농도 이하로 배출되는 것을 계속적으로 감시하여 그 농도를 초과하여 배출하는 경우에는 즉시 경보를 발하고 배출을 중단할 수 있는 설비를 갖추고 있는지 검토한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 기체방사성폐기물 관리계통의 설계는 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)와 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조 (폐기물저장설비) 및 제74조 (폐기물처리설비)의 규제요건을 충족한다.
2. 기체방사성폐기물 관리계통은 가공시설 운영과정에서 발생하는 기체폐기물을 처리하여 환경으로 배출되는 방사성물질의 농도 및 방사선량을 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조(환경상의 위해방지)의 규제요건 이내로 유지할 수 있도록 설계되었으며, 따라서 원자력안전법 제36조(허가 등 기준) 제3호의 기준을 만족한다.

3. 기체방사성폐기물 관리시스템의 설계에는 향후 시설의 해체 용이성을 고려하여 시설 및 환경의 오염과 방사성폐기물의 발생을 최소화하기 위한 방안이 적절하게 고려되었고 관련 운영절차가 적절하게 수립되었다.

## V. 참고문헌

1. 10 CFR 20, “Standards for Protection Against Radiation”
2. 10 CFR 50.34a, “Design Objective for Equipments to Control Releases of Radioactive Materials in Effluents ‘Nuclear Power Reactors’”
3. 10 CFR 50.36a, “Technical Specifications on Effluents from Nuclear Power Reactors”
4. 10 CFR 50, Appendix A, General Design Criterion 3, “Fire Protection”
5. 10 CFR 50, Appendix A, General Design Criterion 60, “Control of Releases of Radioactive Materials to the Environment”
6. 10 CFR 50, Appendix A, General Design Criterion 61, “Fuel Storage and Handling and Radioactivity Control”
7. 10 CFR 50, Appendix I, “Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet the Criterion ‘As Low As Is Reasonably Achievable’ for Radioactive Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents”
8. Regulatory Guide 1.140, “Design, Testing and Maintenance Criteria for Normal Ventilation Exhaust System Air Filtration and Adsorption Units of Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants”
9. Regulatory Guide 1.143, “Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures and Components in Light-Water-Cooled Nuclear Reactor Power Plants”
10. NUREG-0017, “Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors (PWRs)”
11. ANSI/ANS-55.4-1993(2007), “Gaseous Radioactive Waste Processing Systems for Light Water Reactor Plants”
12. ANSI/ANS-40.37-2009, “American National Standards For Mobile Low-Level

Radioactive Waste Processing Systems”

13. Regulatory Guide 1.109, “Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I”
14. Regulatory Guide 1.111, “Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Releases from Light-Water-Cooled Reactors”
15. Regulatory Guide 1.112, “Calculation of Releases of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Light-Water-Cooled Power Reactors”
16. Generic Letter 89-01, “NUREG-1301 - “Offsite Dose Calculation Manual Guidance: Standard Radiological Effluent Controls For Pressurized Water Reactors”
17. IE Bulletin 80-10, “Contamination of Nonradioactive System and Resulting Potential for Unmonitored, Uncontrolled Release of Radioactivity to Environment”
18. NUREG/CR-3587, “Identification and Evaluation of Facilitation Techniques for Decommissioning Light Water Reactors” (June 1986)
19. 40 CFR 190, “Environmental Radiation Protection Requirements for Normal Operations of Activities in the Uranium Fuel Cycle, Final Environmental Statement”



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 6 장 방사성폐기물관리

### 제 6.3 절 고체방사성폐기물 관리계통

검토주관: 방사선·폐기물 분야 담당부서

#### I. 검토분야

고체방사성폐기물 관리계통은 정상운전시에 발생하는 고체방사성폐기물을 취급, 처리 및 저장하고 처분 등을 위해 시설로부터 반출할 수 있도록 설계된다. 고체방사성폐기물 관리계통의 심사범위에는 계통의 설계목적, 설계기준, 처리방법, 고체방사성폐기물 예상 발생량 등이 포함되며, 세부 검토내용은 다음과 같다.

1. 취급·처리될 건·습식 상태 폐기물의 예상발생량 및 폐기물의 예상 핵종조성, 핵종농도, 폐기물의 화학조성 및 유해성물질, 설비의 설계용량, 처분장에 인도될 폐기물 예상발생량 및 핵종재고량
2. 배관 및 주요 기기의 설계기준 및 근거
3. 계통의 누설을 감소시키고 운전 및 보수를 용이하게 하기 위한 설계조항
4. 액체 및 기체 방사성폐기물 관리계통에서 발생하는 공정폐기물 처리방법
5. 습식폐기물의 고화방법, 탈수방법, 사용되는 고화제, 고화제 특성의 적절성 및 완전탈수를 보증할 수 있는 공정관리계획
6. 건식고체폐기물의 부피를 저감하기 위한 분류, 파쇄, 압축 등의 방법. 부피감용설비의 설계 및 부피감용비
7. 폐기물의 위탁처리 여부 및 처분장으로의 이송에 관한 사항
8. 고체폐기물 저장용기의 형태 및 크기에 관한 세부내용 즉, 충전, 취급 및 제거 가능 방사능오염의 감시방법 그리고 제염, 포장 및 저장에 관한 사항

9. 고체방사성폐기물 처리설비의 차폐설계
10. 고체방사성폐기물 관리계통에 의한 폐기물 감용, 방사선준위 저감, 시설 및 환경오염의 최소화, 해체의 용이성, 폐기물 발생의 최소화 등을 고려한 설계

그러나 이 절의 지침은 핵연료집합체 또는 사용후핵연료를 저장하는 설비에는 적용하지 않는다.

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 고체방사성폐기물 관리계통에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자력안전법 제36조(허가 등 기준)
2. 원자력안전법 시행규칙 제96조(방사성폐기물의 인도)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)
4. 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조 (폐기물저장설비) 및 제74조 (폐기물처리설비)
5. 원자력안전위원회고시 제2019-10호(방사선방호 등에 관한 기준) 제16조(환경상의 위해방지)

### 안전심사지침 허용기준

위 규제요건을 만족시키기 위한 안전심사지침의 허용기준은 다음과 같다. 안전심사지침은 규제기관의 규제요건을 대신하지 않으며, 또한 이를 만족할 것을 요구하지 않는다. 그러나 신청자는 설비에 대해 제안된 설계특성, 해석기술, 그리고 절차상의 조치사항들과 안전심사지침의 허용기준과의 차이점을 확인해야 하고, 또한, 안전심사지침의 허용기준에 대한 대안으로서 제시된 안이 규제요건을 따르는 허용 가능한 방법을 어떻게 제시하고 있는지 평가해야 한다.

1. 고체방사성폐기물 처리계통은 시설의 예상 처리요구량을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다.
2. 고체방사성폐기물 처리계통 구조물의 내진등급, 주요 기기의 품질등급 및 안전등급 분류는 해당 시설 및 계통에서 취급하게 될 방사성물질의 수량 등을 고려하여 제시되어야 한다.
3. 고체방사성폐기물 처리계통의 설계에는 운전/보수를 용이하도록 하는 조항을 포함하여야 한다. 또한, 가능한 한 시설 및 환경오염의 최소화, 해체 용이성 및 방사성폐기물 발생의 최소화를 달성할 수 있도록 시설 설계 및 운영절차에 반영되어야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 다음 검토절차에 따라 핵연료주기시설(가공시설)의 고체방사성폐기물관리계통 설계의 적합성을 검토한다.

1. 방사성폐기물을 처리하는 계통과 방사성폐기물 외의 폐기물을 처리하는 계통을 구별하여 설치되는지 검토한다. 다만, 방사성폐기물 외의 유체상의 폐기물이 방사성폐기물 계통으로 보내지는 경우 방사성폐기물이 일반폐기물 처리계통으로 역류할 우려가 없는 때에는 예외를 인정할 수 있다.
2. 방사성폐기물을 종류 및 방사능 농도에 따라 분류하고 처분장의 처분요건에 적합하도록 할 수 있는지 검토한다.
3. 방사성폐기물을 처분 후의 안전성을 확보하기 위하여 고체 형태로 할 수 있는지 검토한다.
4. 포장물은 운반 및 취급 시 파손되지 아니하도록 구조적 건전성을 유지할 수 있는지 검토한다.
5. 포장내의 유리수(遊離水)는 최소화하고 고화체가 함유하고 있는 핵종의 침출률이 적절히 제한되도록 할 수 있는지 검토한다.



6. 폭발·인화 및 유해성 물질 등에 따른 위험성이 제거될 수 있는지 검토한다.
7. 포장물 외부에 방사성폐기물에 대한 주요 정보를 알아보기 쉽게 표시할 수 있는지 검토한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 고체방사성폐기물 관리시스템의 설계는 원자력안전법 시행규칙 제96조(방사성폐기물의 인도), 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제88조 (폐기물처리설비 등) 및 제89조 (폐기물저장설비 등)와 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙 제70조 (폐기물저장설비) 및 제74조 (폐기물처리설비)의 규제요건을 충족한다.
2. 고체방사성폐기물 관리시스템의 설계에는 향후 시설의 해체 용이성을 고려하여 시설 및 환경의 오염과 방사성폐기물의 발생을 최소화하기 위한 방안이 적절하게 고려되었고 관련 운영절차가 적절하게 수립되었다.

#### V. 참고문헌

1. 10 CFR Part 20, “Standards for Protection Against Radiation”
2. 10 CFR 50.34a, “Design Objectives for Equipment to Control Releases of Radioactive Material in Effluents-Nuclear Power Reactors”
3. 10 CFR Part 50, Appendix I, “Numerical Guides for Design Objectives and Limiting Conditions for Operation to Meet the Criterion ‘As Low As Is Reasonably Achievable’ for Radioactive Material in Light-Water-Cooled Nuclear Power Reactor Effluents”
4. 10 CFR Part 50, Appendix A, General Design Criterion 60, “Control of

Releases of Radioactive Materials to the Environment”

5. 10 CFR Part 50, Appendix A, General Design Criterion 61, “Fuel Storage and Handling and Radioactivity Control”
6. 10 CFR Part 50, Appendix A, General Design Criterion 63, “Monitoring Fuel and Waste Storage”
7. 10 CFR Part 52, “Early Site Permits; Standard Design Certifications; and Combined Licenses for Nuclear Power Plants”
8. 10 CFR Part 61, “Licensing Requirements for Land Disposal of Radioactive Waste”
9. 10 CFR Part 71, “Packaging and Transportation of Radioactive Material”
10. Regulatory Guide 1.11, “Instrument Lines Penetrating primary Reactor Containment”
11. Regulatory Guide 1.21, “Measuring, Evaluating, and Reporting Radioactivity in Solid Wastes and Releases of Radioactive Materials in Liquid and Gaseous Effluents from Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants”
12. Regulatory Guide 1.143, “Design Guidance for Radioactive Waste Management Systems, Structures, and Components Installed in Light-Water-Cooled Nuclear Power Plants”
13. Regulatory Guide 8.8, “Information Relevant to Ensuring that Occupational Radiation Exposures at Nuclear Power Stations Will Be As Low As Reasonably Achievable”
14. Regulatory Guide 8.10, “Operating Philosophy for Maintaining Occupational Radiation Exposures As Low As Is Reasonably Achievable” <sup>u</sup>



## 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

### 제 7 장 계측제어 및 전력계통

#### 제 7.1 절 계측제어계통

검토주관: 계측 분야 담당부서

##### I. 검토 분야

핵연료주기시설의 계측제어계통은 원전연료 생산공정에 대한 감시 및 제어를 위한 계통으로, 계측기, 표시장치, 경보장치, 제어기 등의 설비를 포함한다. 운전원은 표시장치 및 경보장치 등을 통해 동 시설의 운전상태를 감시할 수 있으며, 제어기를 이용하여 안정된 공정이 유지되도록 적절히 공정변수를 제어할 수 있다.

본 지침서는 핵연료주기시설의 계측제어계통에 대한 허용기준 및 검토절차 등을 기술한다. 계측제어계통의 설비는 제어논리, 정보처리, 입출력 등과 관련한 디지털 및 아날로그 장치로 구성되어 있으므로, 검토자는 허가서류에 다음의 내용이 기술되어 있는지를 확인하여야 한다.

1. 온도, 압력 등 공정변수 변화에 따른 공정제어방식의 설계내용
2. 계측기, 표시장치, 경보장치, 제어기 등 계측제어계통 설비 및 이의 입출력에 관한 설계내용 (설비간의 연계사항, 설비에 적용되는 기술기준 포함)
3. 사람 및 핵연료주기시설을 보호하기 위한 계측제어계통 설비에 관한 설계내용

이외에도 핵연료주기시설의 안전관리를 위하여 검토자는 다음의 내용을 확인하여야 한다.

1. 안전관리에 요구되는 계측기, 공정제어방식, 공정변수상태표시, 정보처리기능 등에 대한 적합성 분석 결과
2. 안전관리에 관련이 있는 계측제어시스템의 설비가 설계 시 의도한 고유의 기능을 유지하고 있음을 확인하기 위한 주기적인 성능시험 및 교정의 계획

### **검토연계분야**

방사선 감지 및 경보에 대한 설계내용은 방사선 관련 부서와 협조하여 검토하여야 한다.

## **II. 허용 기준**

본 지침서에 적용되는 계측제어시스템의 허용기준은 다음과 같다.

### **규제요건**

허용기준은 아래의 규제요건을 만족시켜야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제98조 (핵연료주기시설의 자체점검)
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제99조 (핵연료주기시설의 운전)

### **안전심사지침 허용기준**

핵연료주기시설의 계측제어시스템에 적용되는 허용기준은 다음과 같다.

1. 안전관리에 필요한 계측제어시스템 설비의 작동상태 및 공정변수상태를 명확하게 표시하는 장치가 설치되어야 한다.
2. 계측제어시스템 설비의 기능상실 또는 잘못된 조작 등에 의해 방사선량률이 증가하는 것을 감지하여 자동적으로 경보를 발생시키는 장치가 설치되어야 한다.

3. 안전관리를 위하여 공정변수를 효율적으로 제어할 수 있는 공정제어방식이 설계되어야 하며, 사람 및 동 시설을 보호할 수 있는 설비가 설치되어야 한다.
4. 안전관리에 관련이 있는 계측제어시스템의 설비는 시험 및 교정 기능을 갖추고 있어야 하며, 동 설비에 대해 주기적인 성능시험 및 교정이 수행되어야 한다.
5. 제어실 설비의 고장으로 인해 동 시설의 안전관리에 악영향을 미치지 않도록, 현장 제어반의 수동제어 등 보호수단이 마련되어야 한다.
6. 계측기의 측정범위는 운전 중 공정변수의 예상 변화범위를 충분히 포함하여야 한다.
7. 계측제어시스템 및 인간공학 설계 시 관련 표준 및 지침 등의 기술기준을 고려해야 한다.

### Ⅲ. 검토 절차

본 절의 검토절차는 II절의 안전심사지침 허용기준에 따른다. 검토자는 계측제어시스템의 설계내용과 상기 허용기준과의 차이점에 대해, 신청자의 대체방안이 II절에 기술된 규제요건을 어떻게 만족하는지를 검토하여야 한다. 또한 검토자는 핵연료주기시설의 계측제어시스템에 적용된 표준 및 지침 등의 기술기준에 대한 적절성을 평가하여야 하며, 동 시스템의 설계가 상기 기술기준에 따라 충분한 품질을 갖추었는지 검토하여야 한다.

### Ⅳ. 평가 결과

검토자는 신청자가 제출한 계측제어시스템의 설계 문서로부터 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는지 충분히 검토하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자는 안전관리에 필요한 계측제어시스템 설비의 작동상태 및 공정변수상태를 표시하는 장치를 설치하였다. 동 표시장치는 운전원이 쉽게 이해할 수 있고 즉시 인지할 수 있도록 설계되었다.
2. 신청자는 방사선 관련 경보 등 제어실에 경보장치를 설치하였다. 동 경보장치를 통해 핵연료주기시설의 안전관리가 가능함을 확인하였다.
3. 신청자는 안전관리를 위한 효율적인 공정제어방식을 설계하였으며, 사람 및 핵연

료주기시설을 보호할 수 있는 설비를 설치하였다.

4. 안전관리에 관련이 있는 계측제어시스템의 설비는 시험 및 교정 기능을 갖추고 있으며, 신청자는 동 설비에 대한 주기적인 성능시험 및 교정 계획을 수립하였다.
5. 신청자는 제어실 설비의 고장에 대비하여 현장제어반의 수동제어 등 보호수단을 마련하였다.
6. 신청자는 계측제어시스템 및 인간공학 설계 시 관련 표준 및 지침 등의 기술기준을 고려하였다.

## V. 참고 문헌

1. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”, 원자력안전위원회 규칙 제3호, 시행 2011.11.11
2. “Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility”, NUREG-1520, Revision 1, 2010
3. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities”, IAEA Safety Requirements, No. NS-R-5, 2005
4. “연구용 교육용 원자로시설 안전심사지침서”, KINS GE-N10, 2010



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 7 장 계측제어 및 전력계통

### 제 7.2 절 전력계통

검토주관: 전력계통 분야 담당부서

#### I. 검토분야

핵연료주기시설(연료가공시설)의 소내전력설비 계통은 시설의 구조물·계통·기기의 정상운전 등에 필요한 전력을 공급하는 계통이다. 이 계통은 시설의 안전한 운전 에 고유하게 필요한 전력을 공급하도록 설계되어야 한다. 따라서 소내전력설비 계 통의 검토분야는 이러한 기능과 설계기준(design bases)을 포함하여야 한다. 설계에 는 소내전력설비 계통에 적용한 규정, 기술기준 및 표준, 지침에 따라 상업/산업용 으로 사용 가능한 기기 및 케이블 중 고품질의 것을 사용하여야 한다.

핵연료주기시설(연료가공시설)에서의 방사성물질의 방출로부터 대중을 보호하기 위 해서 신뢰성 있는 전력이 필요한 것으로 분석되었다면 필수전원 공급설비가 필요 하다. 허가서류에서 도출한 설계기준과 이를 필수전원 공급설비 설계에 적용한 설 계내용 적합성에 관한 사항들을 검토하여야 한다. 검토자는 필수전원 공급설비의 안전관련 설계특성 검토에 주안점을 두어야 한다.

무정전 전원공급설비는 외부 전력 상실시 안전을 위해 필요한 계측 및 제어설비에 전력공급 중단 없이 연속적으로 신뢰성 있는 교류전원을 공급하도록 설계되어야 한다. 따라서 무정전 전원공급설비는 축전지의 전원을 교류 무정전 필수전원으로 변환시키는데 사용한다.

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 전기설비에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자로서설 등의 기술기준에 관한 규칙 제92조(비상전원 등), 제98조(핵연료주기시설의 자체점검)

### 안전심사지침 허용기준

1. 허가서류에는 안전에 대한 전력계통의 관계와 전력계통의 신뢰성을 강조하여 수전설비계통, 소내전력설비 계통, 필수 및 무정전 전원공급설비에 포함된 교류 및 직류 전력공급계통을 요약하여 설명하여야 하며, 설명은 적절한 개요도 또는 단선도 등으로 뒷받침되어야 한다.
2. 전력계통(수전설비계통, 소내전력설비 계통, 필수전원 공급설비, 무정전 전원공급설비) 설계, 설치 및 시험에 적용되는 허용기준 및 지침이 제시되어야 한다.
3. 필수전원 공급설비에 대한 설계기준이 명시되어야 하고, 필수전원 공급설비의 기능 특성은 허가서류에서 도출한 설계기준에 부합하여야 한다. 일반적으로 필수전원 공급설비의 최소요건은 핵연료주기시설(연료가공시설)의 안전을 확보 및 유지하고, 방사성물질의 제어되지 않은 누출을 막을 수 있어야 한다.
4. 필수전원 공급원(예: 디젤발전기)은 허가서류 분석에 의해 요구된 시간 동안 전력을 공급할 수 있어야 한다.
5. 필수전원 공급원은 자동 또는 수동으로 기동할 수 있고, 외부전력망과 전환이 가능하도록 설계되어야 한다.
6. 무정전 전원공급설비에 대한 설계기준이 명시되어야 하고, 무정전 전원공급설비의 기능 특성은 허가서류의 다른 장에서 도출한 설계기준에 부합하여야 한다.
7. 축전지 등과 같은 전력원은 허가서류 분석에 의해 요구된 시간 동안 전력을 공급할 수 있어야 한다.
8. 축전지설비는 다음 사항을 만족하도록 설계하여야 한다.



- 가. 축전지군은 경년열화 요인들을 고려하여 최소허용충전용량으로 비상교류전원이 요구된 비상전력을 공급할 때까지, 필수 직류부하에 전력을 공급할 수 있을 정도의 설계 여유도를 가져야 한다.
  - 나. 축전지군은 정상운전 중에는 완전충전상태로 유지하면서, 교류전력 상실시 즉시 사용이 가능하여야 한다.
9. 무정전 전원공급설비는 다음 사항을 만족하도록 설계하여야 한다.
- 가. 무정전 교류전력을 공급하는 무정전 전원공급설비(UPS)는 무정전 필수교류전력을 필요로 하는 연속운전 부하와 정상운전 또는 사고 시 요구되는 부하들을 합한 최대 부하에 무정전 필수전력을 공급할 수 있는 충분한 용량과 능력을 확보하여야 한다.
  - 나. 무정전 전원공급설비는 무정전 배전계통이 요구되는 가용도와 신뢰도를 만족할 수 있는 고품질의 전력을 공급할 수 있어야 한다.
  - 다. 정지형 인버터가 사용되는 경우 인버터 자체의 고조파성분 뿐만 아니라 비선형 부하들의 고조파성분이 관련 계통 또는 부하의 기능을 떨어뜨려서는 아니 된다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 허가서류에 핵연료주기시설(연료가공시설)과 외부전력망과의 연결을 포함한 외부전력망에 관한 간략한 설명, 핵연료주기시설(연료가공시설)내의 전력계통(수전설비, 소내전력설비, 무정전 전원공급설비 등)에 대한 간략한 설명, 그리고 전력계통의 설계에 적용될 설계근거, 설계기준, 표준, 규제기준 및 규제지침 등과 이들의 적용범위에 대한 기술내용, 각 기준에 따른 설계의 적합성에 대한 명확한 기술내용 등에 대한 확인을 포함하여, 다음 사항을 검토한다.

1. 외부전력망에 대한 설명이 적절한지와 핵연료주기시설(연료가공시설)과 외부전력망과의 상호 연결이 명백하게 규정되었는지를 확인한다.
2. 검토자는 소내전력계통의 설계기준을 허가서류에 제시된 요건과 비교하여야 한다. 소내전력계통의 설계특성 및 기기들이 규정된 전력공급 범위에 있는지 확인하여야 한다. 핵연료주기시설(연료가공시설)의 안전한 운전에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 소내전력계통 공급설비의 발생 가능한 고장, 전력공급 중

단 등과 같은 사항을 평가하여야 한다. 그리고 소내전력계통 공급회로(선로)의 배치경로가 핵연료주기시설(연료가공시설)의 안전운전 및 안전정지를 보장하고 방사성물질의 제어되지 않은 누출을 막는데 충분한 지를 확인하여야 한다.

3. 전력계통의 설계에 적용하려고 하는 기준 및 지침이 명확하게 기술되어 있는 지를 확인한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 전력계통 설명에 필요한 충분한 자료와 정보가 제출되었는 지를 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는 지를 확인하여 다음과 같이 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자는 허가서류에 외부전력망과 핵연료주기시설(연료가공시설) 간의 인입연결부를 포함한 수전설비계통에 관한 간략한 설명, 핵연료주기시설(연료가공시설) 내 교류 및 직류 전력계통 등에 관한 간략한 일반적인 설명, 전력계통 설계 시 적용한 설계기준 및 지침 등을 제시하고 있다.
2. 전력계통설계가 적용 가능한 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 일반설계기준, 표준, 규제기준 및 지침 등을 준수한 충분한 근거를 제시하고 있다.
3. 신청자는 소내전력계통의 설계기준 및 기능 특성을 제시하였으며, 제시된 전력계통은 요구된 모든 기기에 필요한 전력을 충분하게 공급할 수 있는 용량과 능력을 갖추고 있다.
4. 소내전력계통의 설계는 이 계통의 전력상실이나 전력공급 중단과 같은 사건 발생 시에도 핵연료주기시설(연료가공시설)이 안전하게 정지될 수 있음을 보장한다.
5. 시험 및 점검요구사항을 포함한 운영기술지침서는 소내전력계통의 운전가능성을 확보할 수 있도록 작성되어 있다.

6. 신청자는 무정전 전원공급설비의 설계기준 및 기능 특성을 제시하였으며, 제시된 전력계통은 안전과 관계된 시설이 필요로 하는 전력을 공급할 수 있는 충분한 용량과 능력을 갖추고 있다.

## V. 참고문헌

1. “원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙”, 원자력안전위원회규칙 제13호, 시행 2014.11.22
2. “Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility”, USNRC, NUREG-1520 Rev.1, 2010
3. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities”, IAEA, NS-R-5 Rev.1, 2014
4. “연구용 교육용 원자로시설 안전심사지침서”, KINS GE-N10, 2010



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 8 장 화재방호계획

### 제 8.1 절 화재방호운영계획

검토주관: 화재방호 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 검토의 목적은 인허가 신청자의 화재방호계획(Fire Protection Plan)이 ‘원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙’에서 요구하는 바와 같이 방사선 위험을 증가시킬 수 있는 화재 및 폭발로부터 연료가공시설을 보호할 수 있도록 설계 및 운영될 수 있음을 뒷받침하기에 적절한지를 판단하는 것이다.

검토자는 신청자의 인허가문서 중에 화재방호계획이 연료가공시설의 정상운전 중에 인가된 물질의 처리, 취급 및 보관과 예상되는 운영상의 사건 및 가능한 사고와 관련한 화재 및 폭발 위험으로부터 공공의 안전과 환경을 보호할 수 있는지와 연료가공시설의 설계와 화재방호 관련 운영이 심층방어개념에 입각하여 기술되어 있는지 확인하여야 한다. 또한, 검토자는 화재방호계획 검토 시 화재위험도분석, 화재예방 및 대응을 위한 화재방호조직 및 운영계획의 적절성을 확인하여야 한다. 화재위험도분석에 관한 상세한 사항은 본 지침 제8장 제2절 ‘화재위험도분석’에 따라 검토하여야 한다.

연료가공시설에서의 핵임계사고와 방사성물질을 누출시킬 수 있는 화재 및 폭발 위험으로부터 공공의 안전과 환경을 보호할 수 있는 화재예방 및 대응과 관련한 화재방호운영계획을 수립 및 이행 하여야 한다.

검토자는 다음 사항을 고려하여 검토하여야 한다.

1. 책임계와 방사성 물질의 누출을 방지할 수 있는 적절한 관리수단 제공 및 관리 여부에 관한 사항
2. 담당자에 대한 책임과 권한 부여 및 위임 여부에 관한 사항
3. 연료가공시설의 안전한 운영을 확보하기 위한 방법론 및 기술적 수단에 대한 기술 여부에 관한 사항

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 화재방호에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

연료가공시설 운영자는 방사성물질을 다루고 있는 연료가공시설의 특수성을 고려하여 원자력안전위원회 고시, ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’을 준용하여 화재방호운영계획서를 작성 및 운영해야 한다. 연료가공시설에서의 책임계사고와 방사성물질을 누출시킬 수 있는 화재 및 폭발 위험으로부터 공공의 안전과 환경을 보호할 수 있는 화재예방 및 대응 등과 관련된 화재방호 운영방안 등을 포함하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준)
2. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’
3. 원자력안전위원회 고시, ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’

### 안전심사지침 허용기준

1. 화재방호계획은 책임계 안전성 확보 및 방사성 물질 누출 제한, 인명의 안전, 자산 및 필수기기의 보호, 환경보호를 달성할 수 있도록 수립되어야 한다.
2. 연료가공시설의 화재방호 운영을 위한 조직 및 운영절차가 심층방어개념에 따라 다음과 같이 인허가서류에 기술되어야 한다. 화재방호 운영절차 수립에 대한 사항은 원자력안전위원회 고시, ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’을 참조한다.

가. 연료가공시설의 화재예방 및 대응을 위한 화재방호 관련 조직의 책임 및 권한에 대한 사항

나. 화재방호시스템의 유지 및 관리와 가연성 물질의 관리방안, 점화원을 유발하는 보수 및 변경활동(용접, 절단작업 및 납땜작업 등) 등 화재예방 관리를 위한 행정절차

다. 화재위험도분석 평가 결과에 근거하여 연료가공시설의 화재위험에 대비하기 위한 화재비상대응을 위한 행정절차

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 연료가공시설의 화재방호운영계획에 대한 인허가서류의 적합성에 대한 평가를 수행한다.

검토자는 연료가공시설의 화재방호운영계획을 검토하기 이전에 화재위험도분석이 안전심사지침서 제8장 제2절에 따라 적합하게 수행되었는지 확인하여야 한다. 또한, 검토자는 연료가공시설의 화재방호 운영과 관련하여 원자력안전위원회 고시, ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’을 참조하여 다음과 같은 사항이 적절하게 수립되었는지 확인한다.

1. 연료가공시설의 화재방호계획의 수립, 이행 및 관리를 위한 책임자, 화재방호운영계획서의 작성, 변경 및 이행결과 관리, 화재예방 및 대응을 위한 관리, 화재방호시스템 유지 및 관리, 화재위험도분석보고서의 관리, 화재진압대책 관리, 화재사건보고서 관리 등을 위한 각 부서의 책임 및 권한
2. 화재방호시스템의 유지 및 관리를 위한 절차
3. 점화원을 유발하는 보수 및 변경활동(용접, 절단작업 및 납땜작업 등), 가연성물질의 취급 및 사용제한 등 화재예방 관리를 위한 행정절차
4. 화재발생시 신속한 화재진압 및 비상대응을 위한 절차
5. 화재위험도분석보고서의 개정, 외부소방대와의 협조체계, 방사성물질 누출 가능성이 있는 지역에서의 화재발생시 화재사건보고서 작성 등 원자력안전위원회 고시 ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’에서 요구하는 사항에 대한

#### 관리 방안 등

검토자는 최종적으로 인허가서류에 기술된 내용이 화재위험도분석에 근거하고 있으며, 시설의 화재방호 운영과 관련한 조직의 책임 및 권한이 원자력안전위원회 고시 ‘화재방호계획의 수립 및 이행’에 관한 규정에 따라 부여되어 있어 관련 운영절차가 안전심사지침서 제8.1절의 허용기준을 만족하고 있음을 확인한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 연료가 공시설이 심층방어개념에 입각하여 설계, 설치 및 운영되어 화재발생시 책임계 사고를 방지할 수 있도록 화재방호계획 및 관련 운영절차가 적합하게 작성되었음을 확인하고 안전심사보고서를 작성한다.

#### V. 참고문헌

1. 원자력안전위원회 규칙 제22호, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 2019.02.22
2. 원자력안전위원회 고시(원자로.31), ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’
3. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’
4. ‘Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility’, USNRC, NUREG-1520 Rev.2, May 2014
5. ‘Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities’, IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008
6. ‘Nuclear Fuel Cycle Facilities Accident Analysis Handbook’, NUREG/CR-6410, 1998



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 8 장 화재방호계획

### 제 8.2 절 화재위험도분석

검토주관: 화재방호 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 검토의 목적은 인허가 신청자가 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’에서 요구하는 바와 같이 방사선 위험을 증가시킬 수 있는 화재 및 폭발로부터 연료가공시설을 보호할 수 있도록 설계되었음을 입증하기 위하여 수행한 화재위험도분석의 적절성을 판단하는 것이다. 인허가 신청자의 화재위험도분석에 대한 사항을 요약하여 화재방호계획에 기술하여야 하며, 화재위험도분석보고서는 별도의 보고서로 관리될 수 있다.

연료가공시설의 화재방호 설계안전성과 관련하여 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’ 제95조(준용규정)에서는 동 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준 등)을 준용하고 있으므로 화재의 예방, 조기 감지 및 진압과 화재의 확대 방지 등 심층방어개념에 입각하여 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’에 따라 화재위험도분석을 수행하여야 한다. 다음 각 호의 사항을 고려하여 화재위험도분석을 수행하도록 요구하고 있다.

1. 화재방호구역의 구분
2. 가연성물질의 종류 및 크기
3. 화재위험성의 평가
4. 화재방호시설 등
5. 설계기준화재의 범주
6. 원자력안전정지·잔열제거 능력



## 7. 방사성물질 누출방지 능력

다만, 원자로의 안전정지 및 잔열제거기능이 없는 연료가공시설에서는 화재로 인한 안전정지 및 잔열제거 능력 분석 대신에 핵임계 도달 가능성을 평가하는 공정화재안전분석을 수행하여야 한다. 화재위험도분석은 연료가공시설에 대한 화재위험이 최소화될 수 있도록 설계 초기단계에서 수행되어야 하며, 최종 단계의 화재위험도분석은 연료가공시설이 운영되기 이전에 검토될 수 있어야 한다.

검토자는 신청자가 제출한 화재위험도분석보고서에 연료가공시설의 인가된 물질의 처리, 취급 및 보관과 예상되는 운영상의 사건 및 사고와 관련한 화재 및 폭발 위험으로부터 공공의 안전과 환경을 보호할 수 있도록 연료가공시설의 설계가 ‘원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙’ 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준 등)에 제시되어 있는 심층방어개념을 만족하고 있는지 확인한다.

## II. 허용기준

이 절에서 적용되는 화재방호에 대한 허용기준은 다음과 같다.

### 규제요건

다음의 원자력안전법시행령, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 및 원자력안전위원회 고시에 규정된 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준 등)
2. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’

### 안전심사지침 허용기준

1. 화재위험도분석은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준)에 따른 심층방어개념에 입각하여 수행되어야 하며, 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’에 따라 다음의 분석을 포함하여야 한다.

가. 화재방호구역의 구분

- 나. 가연성물질의 종류 및 크기
- 다. 화재위험성의 평가(공정화재안전분석 포함)
- 라. 화재방호시설 등
- 마. 설계기준화재의 범주
- 바. 방사성물질 누출방지 능력

2. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’ 및 NFPA 801, ‘Standard for Fire Protection for Facilities Handling Radioactive Materials’ 를 참고하여 설계되었음을 제시하여야 한다.

3. 화재안전의 합리적인 보장을 위하여 다음 사항이 적용되어야 한다.

가. NFPA National Fire Codes, Factory Mutual (FM) Data Sheets and Approval Guide, Underwriters Laboratories (UL) Standards, Building Material Directory, ANSI Standards 및 ASTM Standards 등을 참고하여야 한다.

나. 화재방호시설에 사용되는 제품은 국내·외 공인기관에서 인증 받은 제품이어야 한다.

4. 화재 및 폭발의 발생 가능성을 최소화하기 위하여 다음을 고려하여야 한다.

가. 건축물 마감재료는 불연성물질이어야 하며, 연료가공시설의 비품 등은 불가피한 경우에 한하여 내화성능기준을 만족하는 난연재료를 사용할 수 있다.

나. 시설에 사용되는 케이블은 NFPA 801에 상응하는 내화성능을 확보하여야 한다.

다. 점화원(고온배관, 전기설비, 기계적 마찰열, 화학적 반응열 등)은 가연성물질로부터 격리 및 차폐하여야 한다.

라. 인화성/가연성액체와 가스의 저장 및 분배설비로 인하여 악영향을 주지 않아야 한다.

마. 폭발성 가스를 생성 또는 방출할 수 있는 설비는 가스의 농도를 폭발하한계의 50% 미만으로 유지하거나 산소를 제한하여 폭발성 혼합기가 형성되지 않도록 하여야 한다.

바. 고압전기 설비의 고에너지아크손상 등으로 인하여 핵임계 유발 또는 방사성물질 방출 가능성이 있는 설비가 손상되지 않도록 격리되거나 방호되어야

한다.

사. 낙뢰방지설비가 설치되어야 한다.

6. 화재위험성의 평가에는 방화지역/구역별 화재시나리오가 상세하게 분석되어야 하며, 공정화재안전분석은 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도 분석에 관한 기술기준’을 준수하고 제4장 책임계안전성과 제11장 제1절 책임계 사고를 참고하여야 한다. 또한 연료가공시설에서 예상되는 설계기준화재에 대한 책임계 및 공정 안전성에 미치는 영향을 NUREG-1520 및 NFPA 801을 참조하여 수행되어야 한다.
7. 화재위험도분석의 평가 결과 별도로 명시하지 않는 한 자동식 스프링클러 소화설비 또는 적응성이 있는 고정식 소화설비가 설치되어야 한다.
8. 핵분열성 물질이나 임계 가능성이 있는 지역에는 원칙적으로 가연성물질을 배제하여야 한다. 다만 화재 위험성이 큰 지역은 전역방출식 가스계 소화설비 등 기타 적응성이 있는 소화설비를 설치하여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 연료가공시설의 화재위험도분석보고서가 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준)에 따라 화재위험도분석이 수행되었으며, 연료가공시설의 화재와 관련된 시설의 설계와 책임계 및 공정 안전성에 미치는 영향에 대한 평가결과가 심사지침서 제8장 제2절의 허용기준을 만족하고 있음을 확인한다.

검토자는 화재위험도분석 검토 시 연료가공시설이 화재 및 폭발의 발생 가능성을 최소화하고 화재의 조기 감지 및 진압이 가능하도록 설계되었음을 확인하여야 한다. 이를 위하여 검토자는 연료가공시설이 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’을 준수하고 NFPA 801 등의 관련 요건을 참고하여 설계되었음을 확인한다. 또한, 검토자는 시설의 화재안전을 합리적으로 보장할 수 있도록 해당 설비에 적합한 규정이나 표준을 적용하였는지 확인한다. 또한, 검토자는 공정에 대한 공정화재안전분석이 NUREG-1520 및 NFPA 801에서 요구하는 바와 같이 화재위험도분석 결과에 근거하여 책임계 안전성 확보 및 방사성 물질

누출 제한, 인명안전, 중대한 공정이나 안전기기의 보호, 오염의 제한 및 화재 후의 시설 복구에 대하여 적절하게 기술하고 있는지 확인한다.

화재위험도분석 항목별 검토주안점은 다음과 같다.

#### 1. 화재방호구역의 구분

- 가. 방호구역의 적절성 : 핵임계 유발 및 방사성물질 누출가능성이 있는 지역의 화재의 확산을 제한하고 인명을 보호하기 위함
- 나. 방화지역/구역 내화구조물의 내화등급 및 내화시험 적절성; 방화지역을 구성하는 내화구조물(벽, 방화문, 방화담퍼, 관통부밀봉재 등)은 NFPA 801에 상응하는 내화성능을 입증해야 함

#### 2. 가연성물질의 종류 및 크기

- 가. 화재하중 최소화 : 가능한 불연성물질 사용 및 임사가연성물질 최소화
- 나. 점화원 격리 적절성 : 화재방호구역에 존재하는 점화원의 격리상태
- 다. 화재 및 폭발 가능성 최소화 : 인화성 또는 가연성 액체와 가스, 고에너지 아크손상

#### 3. 화재위험성의 평가(공정화재안전분석 포함)

- 가. 화재하중 및 화재특성 분석의 적절성
- 나. 수계산 및 화재모델링 등을 사용할 경우 분석에 사용된 가정이나 제한값의 보수성 및 분석결과의 신뢰도 등
- 다. 화재로 인한 핵임계사고와 방사성물질이나 유독성 화학물질의 누출 가능성에 대한 사항
- 라. 소방시설 등의 고장·손상 또는 오작동으로 인한 핵임계 및 공정 안전성에 미치는 영향

#### 4. 화재방호시설 등

- 가. 방화지역 및 구역별 화재감지 및 진압설비 선정의 적절성

나. 화재감지 및 진압시설의 용량, 성능 및 설계기준

5. 설계기준화재의 범주

가. 방화지역별 설계기준화재의 적절성 및 설계기준화재가 공정설비에 미치는 잠재적 영향 평가

나. 방화지역별 설계기준화재의 특성 및 시나리오가 파악되어야 하며, 이에 대한 방호대책

6. 방사성물질 누출방지 능력

가. 화재로 인한 방사성물질을 누출시킬 수 있는 설비 확인 및 영향 평가

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 연료가 공시설의 화재위험도분석을 통해 화재발생 시 책임계 사고를 방지할 수 있도록 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준)에서 요구하는 심층방어개념을 다음과 같이 만족하고 있음을 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 시설의 화재위험성을 평가하기 위하여 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제14조(화재방호에 관한 설계기준)에 따라 화재위험도분석이 수행되었다.
2. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’에서 시설의 특성을 고려하여 규정된 사항이 기술되었으며, NFPA 801을 참고하여 설계되었다.
3. 화재안전의 합리적인 보장을 위하여 적합한 규정과 표준들이 적용되었다.
4. 화재 및 폭발의 발생 가능성을 최소화하기 위한 화재예방 설계 관련 기준이 적용되었다.
5. 화재위험성의 평가에 방화지역/구역별 화재시나리오가 상세하게 분석되어야 하며 공정화재안전분석은 제4장 책임계안전성과 제11장 제1절 책임계사고를 참고하여야 한다. 또한 연료가공시설에서 예상되는 설계기준화재에 대한 책임계 및 공정안전성에 미치는 영향을 NUREG-1520 및 NFPA 801을 참조하여 수행되었다.
6. 화재위험도분석의 평가를 고려하여 소화설비가 설치되어 있다.

## V. 참고문헌

1. 원자력안전위원회 규칙 제22호, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 2019.02.22.
2. 원자력안전위원회 고시(원자로.31), ‘화재방호계획의 수립 및 이행에 관한 규정’
3. 원자력안전위원회 고시, ‘핵연료주기시설의 화재위험도분석에 관한 기술기준’
4. ‘Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle Facility’ , USNRC, NUREG-1520 Rev.2, May 2014
5. ‘Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities’ , IAEA, Safety Requirements No. NS-R-5, 2008
6. ‘Nuclear Fuel Cycle Facilities Accident Analysis Handbook’ , NUREG/CR-6410, 1998
7. NFPA 801, ‘Standard for Fire Protection for Facilities Handling Radioactive Materials’
8. NFPA 252, ‘Standard Methods of Fire Tests of Door Assemblies’



# 핵연료주기시설[연료가공시설] 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 9 장 비상계획

### I. 검토분야

검토주관 : 원자력비상 분야 담당부서

핵연료주기시설의 비상계획은 원자력시설 등의 방호 및 방사능 방재 대책법에 따라 원자력시설등의 사용을 시작하기 전에 원자력안전위원회의 승인을 받도록 되어 있고, 이에 따라 원자력안전법의 인허가와 별도로 심사를 수행하고 있다. 따라서 기존 심사지침서에서 9장 비상계획 내용을 삭제한다.



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 10 장 환경영향평가

### 제 10.1 절 운영전 환경감시

검토주관 : 환경방사선/능 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 지침서는 핵연료주기시설 운영전 시설 주변 환경에서 환경방사선/능 조사계획의 타당성을 검토한다. 운영전 환경감시계획은 시설의 운영중 환경영향평가의 기준이 되는 시설의 운영전의 기초자료를 확보하는데 있다. 운영전 환경감시의 심사범위는 환경감시조직, 조사내용, 조사방법, 기록유지, 품질관리의 기술적 사항이 포함된다.

#### II. 허용기준

운영전 환경감시계획에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

1. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”
2. 원자력안전위원회고시 제2017-17호 “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정”



## 안전심사지침 허용기준

운영전 환경감시계획은 방사성물질의 방출로 인한 환경에서의 방사성물질의 농도 및 방사선 준위를 평가하기 위한 기본자료를 제공하는데 있다. 환경감시계획은 핵연료주기시설 운영 이전의 환경방사선/능 현황을 파악할 수 있도록 하여 핵연료주기시설 운영 중의 환경방사선/능 상태와 비교가 가능하여야 한다.

1. 환경조사 및 환경영향평가를 수행하는 조직과 책임에 대하여 기술한다.
2. 해당시설 및 부지의 특성을 환경조사의 관점에서 개략적으로 기술한다.
3. 환경조사 항목과 내용을 구체적으로 기술하되, 환경조사 결과의 이용목적과 대비하여 기술한다.
4. 환경 방사선 및 환경 방사능을 측정하기 위한 측정기기의 종류 및 그 특성, 측정방법 및 절차를 기술한다.
5. 시료채취, 전처리, 분석, 측정결과의 신뢰성 검증의 방법을 간략히 기술하고 조사항목의 검출목표치를 설정하여 기술한다.
6. 환경조사 결과의 자료처리 방법과 기록 유지 계획을 기술한다.
7. 환경조사 결과의 품질관리 계획을 기술한다.

## III. 검토절차

검토자는 다음 검토절차에 따라 운영전 환경감시계획의 적합성을 검토한다.

1. 환경감시계획의 이행, 지시 및 감독하는 참여자의 조직 및 책임을 기술 사항을 검토한다.
2. 시설위치 및 주변지형, 부지내 시설 현황이 간단히 기술하였는 지를 확인한다.
3. 조사항목, 조사주기 및 조사지점은 원자력안전위원회 고시 제 2017-17호 별표 1의 “환경방사선/능 조사요령“에 참조하여 기술하여야한다.
4. 해당시설의 운영으로 인한 환경의 영향을 평가하는데 기준이 되는 기초 환경조사 자료를 충분히 확보할 수 있는 해당시설을 운영하기 2년 전부터 환경조사의 착수 여부를 확인한다.
5. 환경조사를 위한 시료의 채취, 전처리, 분석 및 측정은 원자력안전위원회 고시 제 2017-17호 별표 2의 “환경방사능 분석을 위한 검출하한치“를 만족할 수 있는

방법과 기술에 따라 수행하여야 한다.

6. 환경조사의 자료처리는 조사지점 및 조사항목별로 평균치와 평상시 변동범위(최소치~최대치) 설정방법, 유효숫자 자리 수 및 최소검출가능농도의 표기방법이 포함되어 있는 지를 확인한다.
9. 방사선환경조사 및 평가 업무의 기록유지와 관련한 환경시료, 환경조사결과의 보관 사항이 포함되어 있는 지를 확인한다.
10. 시료채취 및 운반, 시료전처리, 방사선측정 및 방사능분석, 조사결과의 처리에 대한 품질관리 계획이 수립되어야 한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 부지 주변의 환경방사선·능의 시료채취지점은 지리적 특성, 시료채취 가능성, 인구 분포, 기상·기후의 확산특성 및 이용현황을 고려하여 선정되었고, 환경 시료별 분석주기는 감시핵종과 환경매체의 특성에 따라 연속 감시부터 연 주기까지 설정하고 있어 타당하다.
2. 시료의 채취, 전처리, 분석 및 측정방법은 조사대상 핵종별 및 시료별 절차가 원자력안전위원회 고시 제 2017-17호 별표2의 “환경방사능 분석을 위한 검출 하한치” 를 만족할 수 있는 방법과 기술에 따라 기술되어 있어 타당하다.
3. 환경조사 자료의 처리는 환경조사 결과의 정도를 가늠할 수 있도록 유효숫자 자릿수에 맞추어 일관성 있게 자료를 처리하고 있어 자료의 처리방법은 타당하다.
4. 운영전 환경감시계획은 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제4조(환경조사계획)에 따라 수립되어 있어 시설운영으로 환경방사선/능 영향을 평가할 수 있는 기초자료를 확보할 수 있어 운영전 환경감시계획은 적절히 수립되었다.

## V. 참고문헌

1. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”
2. 원자력안전위원회고시 제2017-17호 “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정”



# 핵연료주기시설[연료가공시설] 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 10 장 환경영향평가

### 제 10.2 절 운영중 환경감시

검토주관 : 환경방사선/능 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 지침서는 핵연료주기시설 주변 환경에서 운영중 환경방사선/능 조사계획의 타당성을 검토한다. 운영중 환경감시계획은 핵연료주기시설 운영으로 인하여 영향을 받는 운영중 환경영향을 평가를 하는데 있다. 운영중 환경감시의 심사범위는 환경감시조직, 조사내용, 조사방법, 환경영향평가, 기록유지, 품질관리의 기술적 사항이 포함된다.

#### II. 허용기준

운영중 환경감시계획에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

1. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”
2. 원자력안전위원회고시 제2017-17호 “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정”

## 안전심사지침 허용기준

운영중 환경감시는 핵연료주기시설 운영으로 방출되는 방사성물질로 부터 환경에서 방사성물질의 농도 및 방사선 준위를 조사하여 환경영향평가를 하는데 있다. 환경감시계획은 핵연료주기시설 운영중의 환경방사선/능 현황의 확인이 가능하도록 하여야 하며, 핵연료주기시설 운영전 환경상태와 비교가 가능하여야 한다.

### III. 검토절차

검토자는 다음 검토절차에 따라 운영중 환경감시계획의 적합성을 검토한다.

1. 환경감시계획의 이행, 지시 및 감독하는 참여자의 조직 및 책임을 기술 사항을 검토한다.
2. 시설위치 및 주변지형, 부지내 시설 현황이 타당한 지를 확인한다.
3. 조사항목, 조사주기 및 조사지점은 원자력안전위원회 고시 제 2017-17호 별표 1의 “환경방사선/능 조사요령“에 참조하여 기술 여부를 확인한다.
4. 환경조사를 위한 시료의 채취, 전처리, 분석 및 측정은 원자력안전위원회 고시 제 2017-17호 별표 2의 “환경방사능 분석을 위한 검출하한치“를 만족할 수 있는 방법과 기술에 따라 수행하여야 한다.
5. 해당시설로부터 방출된 방사성물질 또는 방사선에 의하여 주민이 받는 피폭방사선량을 계산하고 기준치와 비교·평가하는 계획이 수립되어야 한다.
6. 환경영향평가는 다음 사항이 포함되어 있는 지를 확인한다.
  - 환경조사 결과를 근거로 해당시설 주변 환경에 있어서 장기적인 방사성물질의 축적경향과 변동에 대한 평가
  - 해당시설로부터 예기치 않은 방사성물질의 방출에 의한 단기적 변동에 대한 평가
  - 사람이 섭취 가능한 환경시료에 대한 조사결과를 근거로 그 시료를 섭취할 경우의 피폭방사선량을 평가
7. 환경조사의 자료처리는 조사지점 및 조사항목별로 평균치와 평상시 변동범위(최소치~최대치) 설정방법, 유효숫자 자리 수 및 최소검출가능농도의 표기방법이 포함되어 있는 지를 확인한다.
8. 방사선환경조사 및 평가 업무의 기록유지와 관련한 환경시료, 환경조사결과

보관 사항이 포함여부를 확인한다.

9. 시료채취 및 운반, 시료전처리, 방사선측정 및 방사능분석, 조사결과의 해석 및 통계처리, 조사결과 보고에 대한 품질관리 계획이 수립되어야 한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 운영중 환경감시계획은 원자력안전위원회고시 제2017-17호 제4조(환경조사계획)에 따라 수립되어 있어 시설운영으로 환경방사선/능 영향을 평가할 수 있어 운영중 환경감시계획은 적절히 수립되었다.
2. 시설의 운영 중 환경감시계획은 운영전 환경감시계획과 조화를 이루어 계획이 수립되어 있어 운영중 환경감시계획은 적절한 것으로 기술하다.

#### V. 참고문헌

1. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”
2. 원자력안전위원회고시 제2017-17호 “원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정”



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 10 장 환경영향평가

이 장에서는 핵연료주기시설 방사선환경영향평가서의 주요 평가항목에 대한 심사 절차를 기술하며, 이 장에서 특정하지 아니한 평가항목에 대해서는 “환경영향평가서 심사지침 (KINS -GE-N004)” 에서 정하는 심사절차를 준용한다.

### 제 10.3 절 주민피폭선량평가

검토주관: 방사선안전관리분야 담당부서

#### I. 검토분야

이 절의 심사지침은 운영 중인 시설로부터 인간과 주요 생태계에 영향을 미칠 수 있는 방사선 및 방사성 유출물의 피폭경로를 파악하고 요약·기술하는 기본 방침을 제공한다. 검토 범위는 (1) 기체상 방사성 유출물이 각각의 피폭자에 도달될 수 있는 피폭경로, (2) 액체상 방사성 유출물이 각각의 피폭자에 도달될 수 있는 피폭경로, (3) 원자력관계시설로부터의 직접피폭 경로, (4) 피폭자의 위치 등이 포함되어야 한다. 그리고 검토 범위는 시설로부터 80km내 주요 농축산물 및 수산물의 생산량 정보와 시설 운영기간 동안에 이 지역에 거주할 것으로 예상되는 주민의 음식물 소비량이 포함되어야 한다. 이러한 검토는 시설 운영 시 인근 주민이 받는 개인선량 및 집단선량의 평가가 적합한지를 파악하고 요약·기술하는 기본 방침을 제공한다. 검토 범위는 (1) 최대개인선량(제한구역경계에 위치한 개인이 받게 될 연간 최대 피폭선량), (2) 시설 운영기간 동안에 시설 반경 80km이내의 주민이 받는 집단선량이 포함된다. 본 검토 자료는 방사성 폐기물 및 방사성 유출물 처리설비가 원자력안전위원회고시 제2019-10호의 제16조에서 규정한 요건을 만족하는지의 여부를 확인하는데 사용되어야 한다.

## II. 허용기준

정상 운영 시의 피폭경로를 평가하는데 적용 가능한 법규 및 기준은 다음과 같다.

### 규제요건

1. 원자력안전위원회고시 제2019-10호 “방사선방호 등에 관한 기준”의 제16조 (환경상의 위해방지)
2. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”

### 안전심사지침 허용기준

1. 시설의 건설기간 동안에 부지 내 또는 인접지역에서 운영될 것으로 예상되는 원자력관계시설의 위치를 포함한 부지의 배치도
2. 운영 중인 원자력관계시설로부터 배출되는 방사선 및 방사성 유출물의 배출원에 대한 위치와 특징. 차폐되지 않은 옥외 저장탱크 또는 저장구역, 환기시설과 굴뚝으로부터의 방사성 유출물에 함유된 방사능량을 상세히 기술하고 있는 자료를 포함
3. 모든 핵연료주기시설은 적은 양이지만 방사성 물질을 환경으로 배출한다. 방사선 및 방사성 유출물로 인하여 인근 주민이 받는 피폭선량에 대한 허용기준치는 방사성 유출물의 배출량 및 방사선준위가 인근 주민에 악영향을 발생시킬 수 있는 수준보다는 낮다는 것을 보증하기 위한 수단으로서 설정된다. 개인선량과 핵연료주기시설 반경 80km이내의 주민이 받는 집단선량은 상기의 허용기준치를 준수할 수 있도록 시설이 설계되었음을 보증하기 위하여 핵연료주기 시설 운영 이전에 평가되어야 한다.
4. 동일부지에 다수의 원자력이용시설이 건설되어 운영되고 있는 경우 또는 사업조각상 동일부지(제한구역 중첩)는 아니라 하더라도 방사선비상계획구역이 상호 중첩되는 주변구역에 존재하는 원자력이용시설 경우도 기존 시설이 신규시



설에 운영시 미치는 영향이 클 경우 이를 고려하여야 한다.

5. 평가 결과가 원자력안전위원회고시 제2019-10호의 제16조에서 제시하는 값 이내여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

심사지침 제6장(방사성폐기물관리)의 예상배출선원항 및 확산인자 검토자와 협의하는 반복적인 검토절차를 수행하며, 다음의 절차에 따라 수행한다.

1. 최대개인선량 및 집단선량을 계산한다.
  - 1) 상기의 허용기준치와 비교·검토하기 위하여, 환경영향평가서의 예상배출선원항 및 확산인자부분 심사지침의 검토자에게 이러한 계산치를 제공한다. 이러한 계산치가 허용기준치를 만족하지 못한다고 판단하는 경우, 추가적인 검토가 필요할 수 있으며 환경영향평가서의 예상배출선원항 및 확산인자부분 심사 검토자는 해당 사항을 개정할 수도 있다.
  - 2) 방사선원항 및 확산인자가 개정된 경우, 최대개인선량 및 집단선량을 재계산하고 방사선환경영향평가서 심사지침의 방사선원항 검토자에게 제공한다.
  - 3) 방사선환경영향평가서 심사지침의 방사선원항 검토자가 관련 계통이 상기 허용기준치를 만족한다고 판단할 때까지 이러한 절차를 반복한다.

기체상 및 액체상 방사성 유출물에 의한 피폭방사선량 평가

다음의 검토를 수행함에 있어, 검토자는 KINS-GR-199 또는 Reg. Guide 1.109에 명기된 사항과 INDAC 코드를 숙지하고 있어야 한다. 다음의 절차에 따라 검토를 수행한다.

2. 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자가 제공한 기체상 및 액체상 방사선원항, 피폭자 위치와 피폭경로 자료(수문학적 희석 인자 및 대기확산인자를 포함), 추가적인 수문학적 및 기상학적 자료들을 확보한다.
3. 기체상 방사성 유출물 중 방사성 요오드 및 입자와 관련하여 피폭자의 위치,

관련된 피폭경로 및 지표면 침적계수(D/Q) 값을 검토한다. 최대개인선량이 예상되는 지점을 INDAC 코드의 입력 자료로 선택한다.

4. 기체상 방사성 유출물 중 불활성 기체와 관련, 16방위별 제한구역 경계에서의 대기 확산인자(x/Q)를 검토한다.
  - 1) 수역 경계를 가진 부지의 경우, 육상에 위치한 제한구역 경계에서의 대기 확산인자보다 큰 값을 가질 수 있는 지역이 있는가를 확인하기 위하여 수역 경계 밖의 육상 구역에 대한 대기 확산인자를 검토한다.
  - 2) 공기 중 베타 및 감마 흡수선량과 최대개인의 유효 및 피부 선량이 최대가 되는 위치를 결정한다.
  - 3) 상기 위치에서의 자료를 INDAC 코드의 입력자료로 선택한다.
5. 액체방사성 유출물과 관련, 최대개인선량이 예상되는 지점을 확인하기 위하여 피폭자의 위치, 수문학적 자료 및 관련된 피폭경로 등을 검토한다.
6. 상기 3, 4, 5항에서 확인된 지점에 대하여 INDAC을 운용하는데 필요한 자료를 취합하여 입력한다.
7. 방사성 물질의 수송에 의한 주민피폭선량 평가와 관련, 방사선환경영향평가서 심사지침 5장의 검토자가 이러한 피폭경로 분석이 필요하다고 평가한 경우에만 수행한다.
8. 부지 주변에 위치하는 개인이 받게 되는 직접피폭(직접방사선, 스카이스타인을 포함한 공기중 산란방사선 등)에 의한 피폭방사선량을 평가한다. 동 평가에는 신청자가 제시한 직접피폭선량도 포함된다.
  - 1) 신청자의 계산치가 합리적이고 타당한 경우, 동 계산치를 검토자의 평가에 직접 사용할 수 있다.
  - 2) 그렇지 않은 경우, 검토자의 평가를 위하여 신청자에게 추가적인 정보를 요청한다.
  - 3) 직접피폭은 기체상 및 액체상 방사성 유출물로 인한 피폭방사선량에 합산한다.

- 4) 특정 지점에서의 직접피폭선량은 각 시설로부터 특정지점에 미치는 방사선 영향을 합산한 것이어야 한다.

다음의 평가 절차를 사용하여야 한다.

1. 자료가 타당하게 입력되었고 계산결과가 정상적인지를 확인하기 위하여 계산 결과를 검토한다.
2. 기체상 방사성 유출물 중 불활성 기체에 대한 INDAC의 결과로부터 공기 중 베타선 및 감마선 최대 흡수선량, 최대 개인 유효선량 및 피부선량을 결정한다. 동 피폭방사선량이 계산된 제한구역 경계의 위치를 확인한다.
3. 대기 중으로 방출된 방사성 요오드, 입자, 삼중수소, C-14와 관련; INDAC 결과를 이용하여 모든 피폭 경로로부터의 장기선량을 결정한다. 이러한 장기선량은 대상 연령군(3개월, 1세, 5세, 10세, 15세, 성인) 중 가장 큰 피폭방사선량을 받는 연령군의 것이어야 한다. 동 선량평가에는 피폭자가 위치하는 지점에서의 지표면 피폭경로(지표면 침적 관련) 및 흡입 피폭경로를 포함하여야 하고, 여기에 추가하여 특정위치에서만 적용 가능한 피폭경로도 포함하여야 한다. INDAC의 결과 중 방사성은 피폭경로는 불활성기체에만 기인한 것으로서 방사성 요오드 및 입자 등에 의한 영향은 포함되지 않는다. 이러한 피폭방사선량이 계산된 피폭자의 위치를 확인한다.
4. 액체상 방사성 유출물과 관련, INDAC 결과를 이용하여 최대개인 유효선량 및 최대 장기선량을 결정한다. 이러한 장기선량은 대상 연령군(3개월, 1세, 5세, 10세, 15세, 성인) 중 가장 큰 피폭방사선량을 받는 연령군의 것이어야 한다. 비록 같은 위치가 아닐지라도, 부지 주변에 존재하는 피폭경로별 피폭방사선량의 합이어야 한다.
5. INDAC 결과를 이용하여 모든 피폭경로를 고려한 유효선량과 장기선량을 결정한다.
6. 상기 2항부터 5항까지의 선량자료와 신청자가 제시한 선량자료를 비교한다. 상

당한 차이가 있는 경우, 그 원인을 파악하기 위하여 관련 심사지침 검토자 및 신청자와 협의한다.

7. 상기에서 계산한 피폭방사선량이 원자력안전위원회고시 제2019-10호의 제16조에서 규정하는 허용기준치를 만족하는지 확인하기 위하여 방사선환경영향평가서 심사지침의 관련 부분 검토자와 협의한다. 피폭방사선량 기준치가 허용기준치를 만족하지 않는다고 판단한 경우, 다음의 절차에 따라 검토를 수행한다.

1) 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자에게 피폭경로 자료를 재평가할 것을 요청한다. 재평가의 목적은 보수적인 평가가 이루어졌는지 확인하는 것이고, 보수적으로 평가된 경우에는 피폭방사선량 예측치를 감소시킬 수 있는 현실적인 피폭경로 자료가 있는지 확인하기 위한 것이다. 보다 현실적인 입력 자료가 있는 것으로 확인된 경우, 이러한 자료를 이용하여 상기의 검토절차를 반복하고 새로운 피폭방사선량 계산치를 관련 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자에게 제공한다.

2) 재평가 결과가 허용기준치를 만족하지 못하는 경우, 방사성 폐기물 및 방사성 유출물 처리설비에 대한 추가적인 보완조치를 마련할 것을 신청자에게 요구한다. 이러한 보완조치가 요구된 경우, 관련 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자는 이에 근거한 새로운 방사선원항을 계산하고, 이러한 자료를 이용하여 상기의 검토절차를 반복하고 피폭방사선량 계산치를 관련 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자에게 제공한다.

8. 동일부지 내 모든 시설로부터의 피폭방사선량(직접피폭 포함)을 원자력안전위원회고시 제2019-10호 제16조제2항의 허용기준치와 비교한다. 계산치가 동 허용기준치를 초과하는 경우, 신청자에게 추가적인 차폐 설비나 방사선원에 대한 제어 수단을 마련할 것을 요구한다.

검토자의 평가는 방사선환경영향평가서 심사지침의 검토자에 의해 계산·검토된 예상 피폭방사선량에 근거를 두어야 하며, 예상치가 상기 허용기준치를 만족하는지 검토하여야 한다. 사용되는 검토절차는 다음과 같다.

1. 해당 시설당 평가치를 선량기준치와 비교한다. 또한, 동일 부지 내 운영 시설의 경우 부지합산선량을 계산하고 부지당 선량기준치를 비교한다.

2. 기체상 및 액체상 방사성 유출물에 의한 시설 반경 80km이내의 주민이 받는 집단선량(유효선량)을 평가하고, 80km이내의 주민이 자연방사능에 의해 받는 피폭방사선량과 비교한다.

#### IV. 평가결과

환경영향평가서 심사보고서에는 방사선환경영향평가서 심사지침의 피폭경로에 근거하여 계산된 피폭방사선량을 제시하여야 한다. 다음과 같은 자료가 심사보고서에 포함된다.

1. 방사성 유출물 및 직접피폭에 의한 개인 피폭방사선량
2. 방사성 유출물로 인한 시설 반경 80km이내의 주민이 받는 집단선량
3. 검토자의 검증계산에 사용된 분석절차 및 변수에 대한 논의나 참고문헌
4. 환경영향평가서의 검토자로부터 평가가 요구된 경우, 방사성 물질의 수송에 의한 예상 피폭방사선량(검토자의 분석 근거 및 방법에 대한 간단한 논의를 포함)
5. 방사선작업종사자의 방사선 피폭, 방사성 물질의 수송에 의한 방사선 피폭 및 직접피폭과 관련하여, 검증계산이 필요하지 않은 경우에는 신청자가 제시한 자료를 사용한다.

검토자의 검토 결과, 동 시설은 원자력안전위원회고시 제2019-10호 제16조제2항의 허용기준치를 만족시킬 수 있다.

## V. 참고문헌

1. 원자력안전위원회고시 제2017-16호 “원자력이용시설 방사선환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”
2. 원자력안전위원회고시 제2019-10호 “방사선방호 등에 관한 기준”
3. KINS/GE-N004, 방사선환경영향평가서 심사지침(개정3), 2013, 한국원자력안전기술원
4. KINS-GR-199, 주민피폭선량 평가지침, 2000, 한국원자력안전기술원
5. Regulatory Guide 1.109, Rev. 1, “Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with CFR 50, Appendix I.”
6. Regulatory Guide 1.111, Rev. 1, “Methods for Estimating Atmospheric Transport and Dispersion of Gaseous Effluents in Routine Releases from Light-Water-Cooled Reactors.”
7. Regulatory Guide 1.113, Rev. 1, “Estimating Aquatic Dispersion of Effluents from Accidental and Routine Reactor Releases for the Purpose of Implementing Appendix I.”
8. NUREG-1555, “Standard Review Plans for Environmental Reviews for Nuclear Power Plants.” U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1999



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 11 장 사고해석

### 제 11.1 절 핵임계사고

검토주관: 안전해석 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 검토 분야에는 핵주기시설의 사고시 핵임계가능성에 대한 체계적인 해석 및 논의를 포함하여야 한다. 신청자는 발생가능한 사고에 대해 제한적인 경우를 가정하여 해석을 수행해야 하며, 검토자는 신청자의 평가가 제한적인 경우에 대해 수행되었음을 확인하고 그 결과가 합당한지를 확인해야 한다.

#### II. 허용기준

이 절에서 적용되는 사고시 핵임계안전성에 대한 허용기준은 다음과 같다.

##### 규제요건

다음의 원자력안전법시행령, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 및 원자력안전위원회 고시에 규정된 관련 규제요건을 만족하여야 한다.

1. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제90조(연료저장설비)
2. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제91조(연료등 취급장치)
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제99조(핵연료주기시설의 운전)

## 안전심사지침 허용기준

1. 책임계해석은 4장의 책임계안전성에 따라 수행되어야 하며 관련 불확실도를 고려하여야 한다.
2. 발생가능한 사고에 대해 제한적인 경우를 가정하여 해석이 수행되어야 한다.
3. 설계기준사고(침수사고, 최적감속사고 등)에 대해서 적절한 여유도를 가지고 임계에 도달하지 않도록 설계되어야 한다.
4. 자연재해 등으로 인한 설계기준초과사고 시 임계도달 가능성이 있다면, 임계에 도달하지 않도록 절차를 강화하고 적절한 완화설비를 구비하여야 한다.

### Ⅲ. 검토절차

검토자는 책임계해석에서 사용한 방법이 심사지침서 4장의 내용과 부합함을 확인한다. 또한 발생가능한 사고에 대해서 제한적인 경우가 다루어져 있음을 체계적으로 확인한다. 각각의 사고시 관련 시설의 계산결과가 임계제한치를 만족함을 확인해야 한다. 또한, 자연재해 등으로 인한 설계기준초과사고에 대한 완화설비 및 조치가 적절히 구비되어있는 지를 타 분야와 협력하여 검토하는 것이 바람직하다.

### Ⅳ. 평가결과

검토자는 신청자로부터 충분한 자료와 정보가 제출되었는지 확인하고, 또한 다음과 같은 결론을 내릴 수 있는 충분한 검토가 이루어졌는지 확인하여 안전심사보고서를 작성한다.

1. 신청자는 설계기준사고에 대해 심사지침서 4장에 부합하도록 해석을 수행하였다.
2. 신청자의 사고시 책임계안전성 평가 결과는 허용기준을 만족하며, 책임계 사고를 방지하기 위한설비가 적절히 구비되어 있다.



## V. 참고문헌

1. “Standard Review Plan for Fuel Cycle Facilities License Applications” ,  
USNRC, NUREG-1520, June 2015
2. “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities” , IAEA, Safety Requirements No.  
NS-R-5, 2008



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 11 장 사고해석

### 제 11.2 절 UF<sub>6</sub> 누출사고

검토주관: 방사선안전관리 분야 담당부서

#### I. 검토분야

핵연료 주기시설 운영 중 UF<sub>6</sub> 누설에 따른 사고해석과 관련하여 가정된 선원향, 해석모델 및 결과의 적정성에 대한 다음 사항을 검토한다.

##### 1. 선원향

핵연료주기시설에서는 운영 중 UF<sub>6</sub> 취급에 주의하여야 한다. UF<sub>6</sub>의 경우 UF<sub>6</sub>를 취급하는 취급자, 일반인 및 환경에의 영향이 큰 물질로 분류된다. 그러므로, 사고해석을 수행할 경우 작업 공간 및 일반 환경으로의 누설로 인한 평가시 선원향에 대한 고려가 적정한지 확인한다. 선원향에는 제조공정에 발생하는 부산물도 고려하여야 한다.

##### 2. 해석모델

UF<sub>6</sub> 누설사고로 인한 작업공간의 오염을 통한 종사자 피폭모델의 적정성 및 환경 유출로 인한 피폭모델이 적정한지 확인한다. 운반 중 사고에 대한 모델도 추가로 검토한다.

##### 3. 평가결과

위에 가정된 선원향 및 해석모델을 통한 종사자 피폭(필수접근 구역) 및 일반인 피폭 평가가 적정한지 확인한다.

## II. 허용기준

### 규제요건

1. 원자력안전법 제40조(운영에 관한 안전조치 등)
2. 원자력안전법 시행령 제68조(핵연료주기시설 운영에 관한 안전조치)
3. 원자력안전법 시행령 제129조(제한구역의 설정범위 등)
4. 원자력안전법 시행규칙 제3장(핵연료주기시설)
5. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제34조(방사선방호설비)
6. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제51조(방사선관리구역 등에서의 조치)

### 안전심사지침 허용기준

1. 사고영향평가를 위해 핵연료주기사업자의 사고 선원향 가정은 적정하여야 한다.
2. 사고영향평가를 위해 핵연료주기사업자가 가정한 사고 가정 및 피폭경로모델은 적정하여야 한다.
3. 사고시 가정한 피폭 대상 및 결과가 적정하여야 한다.
  - 가. 사고시 시설 내 필수접근 구역(사고 대응 조치를 위해 거주가 필요한 구역)에 대한 종사자의 선량이 사고 전 기간 동안 50 mSv를 초과하지 말아야 한다.
  - 나. 제한구역경계 또는 사고 영향지점에서의 평가 결과가 유효선량 250 mSv 이내 이어야 한다.

## III. 검토절차

1. UF<sub>6</sub> 취급 시스템에 대한 설명  
핵연료주기시설의 UF<sub>6</sub> 취급 시설 및 핵연료 성형 공정에 대한 제반 설명이 시설 특성에 부합하여 적절한지 확인한다.

## 2. UF<sub>6</sub> 사고 시나리오 확인

UF<sub>6</sub> 취급 중 발생가능한 사고 시나리오(모델)에 대한 가정이 적정한지 고려한다. 사고의 예로는 UF<sub>6</sub> 실린더 파손, UF<sub>6</sub> 취급 시스템의 고장, 핵임계사고 및 운전원의 실수 등을 포함하여야 한다. 여기에, UF<sub>6</sub> 취급 및 변환공정, 사고시 발생가능한 예상 선원량의 평가가 적정한지 확인한다.

## 3. 사고 평가를 위한 모델 확인

위에 사고 시나리오에서 가정된 것을 평가하기 위해 사용되는 평가모델이 시설 내 종사자 및 시설 주변 일반인의 피폭평가에 적정한지 확인한다. 이 경우 적정한 사고해석 프로그램을 사용할 수 있으며, 그 외에 다른 방법을 활용할 수 있다.

## 4. 사고 영향 확인

위에서 가정된 사고 선원량, 시나리오 및 평가 모델을 활용한 최종 결과가 현재의 기술기준 및 국제기준에 부합하는지 확인한다. 공정 중 발생하는 독성물질(HF 등)에 의한 영향도 평가하여야 한다.

# IV. 평가결과

핵연료주기사업자가 사고시 가정한 선원량, 시나리오, 평가모델 및 결과가 적정한지 확인한다.

# V. 참고문헌

1. Regulatory Guide 3.34, "Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of accidental nuclear criticality in a uranium fuel fabrication plant"
2. Regulatory Guide 1.23, "On-Site Meteorological Programs"
3. Regulatory Guide 1.145, "Atmospheric Dispersion Models for Potential Accident Consequence Assessment at Nuclear Power Plants"
4. NUREG/CR-3332, "Radiological Assessment: A Textbook on Environmental

- Dose Analysis”
5. NUREG/CR-2300, “PRA Procedures Guide”
  6. NUREG-1189, “Assessment of the Public Health Impact From the Accidental Release of UF6 at the Sequoyah Fuels Corporation Facility at Gore, Oklahoma, Main Report”
  7. NUREG-0800, “Control Room Habitability System”
  8. NUREG/CR-6481, “Review of Models Used for Determining Consequences of UF6 Release”
  9. NUREG/CR-2139, “Aerosols Generated by Free-Fall Spill of Powder and Liquid,
  10. NUREG/CR-3093, “Aerosols Generated by Releases of Pressurized Powders and Solutions in Static Air “
  11. NUREG-1189, “Assessment of the Public Health Impact from the Accidental Release of UF6 at the Sequoyah Fuels Corporation Facility at Gore, Oklahoma “
  12. NUREG/CR-3011, “Dose Projection Considerations for Emergency Conditions at Nuclear Power Plants”
  13. NUREG/CR-2858, “PAVAN : An Atmospheric Dispersion Program for Evaluating Design Basis Accident Releases of Radioactive materials from Nuclear Power Stations”



# 핵연료주기시설(연료가공시설) 심사지침서

한국원자력안전기술원 (Korea Institute of Nuclear Safety)

## 제 12 장 품질보증

### 제 12.1 절 품질보증

검토주관: 품질보증 분야 담당부서

#### I. 검토분야

본 절은 원자력안전법 제35조에 따라 핵연료주기시설의 설계·건설·운영·폐로를 하고자 사업자(이하, 사업자)가 규제기관에 신청하는 허가 신청서류 중 품질보증계획이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 제4절(원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증) 및 원자력안전위원회 고시 제2016-13호(원자로.026)의 품질보증요건에 만족하는지 검토하는데 적용한다.

#### II. 허용기준

##### 규제요건

1. 원자력안전법 제35조 (핵연료주기사업의 허가 등)
2. 원자력법안전법 시행령 제4절 핵연료주기사업 및 핵물질사용 등
3. 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 제4절(원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증), 제67조 ~ 제85조
4. 원자력안전위원회 고시 제2016-13호(원자로.026), 원자로시설의 품질보증 세부요건에 관한 기준

## 안전심사지침 허용기준

1. 핵연료주기시설을 설계·건설·운영·폐로 하고자 하는 자는 원자로시설 등의 기술기준에 관한규칙, 제4절(원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증) 및 원자력안전위원회 고시 제2016-13호(원자로.026)에 따라 적용할 품질보증계획서를 수립하여야 한다.
2. 검토 시에는 요건준수에 대한 약속이나 약속된 사항의 이행방안에 대한 기술이 객관적이고 검사가 가능한 내용으로 되어 있는지를 확인하며 적절한 타당성이 제시될 경우에는 이 허용기준에 대한 면제나 대안의 적용이 가능하다.
3. 아래에 열거된 세부요건이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 제4절(원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증) 및 원자력안전위원회 고시 제2016-13호(원자로.026) 또는 NUREG-1520의 일반적인 기준에 충족되었을 때 허용기준은 충족된 것으로 본다.

### 1. 조직

#### 1.1 책임

조직의 구조와 책임사항이 명시되고 다음 사항이 서류화 되어야 한다.

- 1) 품질은 적절한 책임이 부여된 개인 또는 조직에 의해 달성되고 유지 되어야 한다.
- 2) 달성된 품질은 그 작업을 직접 수행하지 않은 자에 의해 확인되어야 한다.

#### 1.2 권한

관리 방법이 적절히 수립되어 이행되었는지 확인하는 자는 작업 지역에 출입할 수 있는 충분한 권한을 가져야 하며 다음 각 호의 업무를 수행할 수 있도록 조직상 독립되어야 한다.

- 1) 문제점의 식별
- 2) 시정조치 방안의 제시 및 권고
- 3) 시정조치 이행 여부의 확인

## 2. 품질보증계획

### 2.1 품질보증계획 수립

- 1) 품질보증계획은 품질에 영향을 미치는 업무의 수행 일정에 따라 가능한 한 초기에 수립되어야 한다.
- 2) 품질에 영향을 미치는 품목, 업무 및 적용 범위가 품질보증계획에 명시되어야 한다.
- 3) 품질보증계획의 세부이행 방안은 지시서(지침서), 절차서 및 도면 등의 서류로 작성되어야 한다.
- 4) 품질보증계획에는 품질에 영향을 미치는 업무를 수행하는 자가 적절한 숙련도를 달성, 유지하는데 요구되는 교육 및 훈련 사항이 규정되어야 한다.

### 2.2 자격인증

#### 2.2.1 검사자 및 시험자

- 1) 검사자 및 시험자의 자격인증에 관한 절차가 수립되어야 한다.
- 2) 검사자 및 시험자로 선정된 요원은 관련업무의 적용범위, 복잡성, 혹은 특성 등에 상응하는 경험이 있거나 교육훈련을 받아야 한다.
- 3) 검사자 및 시험자의 자격인증에 관한 기록이 유지되어야 하며 주기적으로 재평가되어야 한다.

#### 2.2.2 품질보증감사자

- 1) 품질보증계획에 대한 감사를 수행하기 위하여 감사자와 선임감사자의 자격인증 요건을 수립하여야 한다.
- 2) 감사자로 선발된 사람은 감사대상 분야의 업무범위, 복잡성 또는 업무 특성에 대해 충분한 경험이 있거나 훈련을 받아야 한다.
- 3) 감사자 및 선임감사자의 자격인증에 관한 기록이 유지되어야 하며 주기적으로 재평가되어야 한다.

### 2.3 품질보증계획 이행

#### 2.3.1 유효성 확인

품질보증계획 또는 그 일부를 이행하는 조직의 책임자는 품질보증계획의 유효성과 적합성을 주기적으로 검토하여야 한다.



### 3. 설계관리

#### 3.1 설계입력

설계 기초, 성능 요건, 규제 요건, 규격 및 기술기준, 품질기준 등과 같이 설계에 적용된 설계입력 자료는 식별되고 서류화되어야 한다.

#### 3.2 설계과정

- 1) 구조물·계통 및 기기의 안전성과 관련한 기능에 필수적인 재료·부품·장비 및 공정의 선정과 그 적용의 타당성이 검토되어야 한다.
- 2) 적절한 설계 입력을 고려하여 표준화되거나 입증된 설계의 이용 가능성과 그 문제점은 사전에 확인되어야 한다.
- 3) 규정되고 서류화된 설계 입력의 일탈 및 변경의 경우 그 사유가 서류화되고 관리되어야 한다.
- 4) 설계 공유 영역은 식별 및 조정되어야 하고, 설계참여 조직간 관련서류의 검토·승인·발행·배포 및 개정 절차가 확립되어야 한다.
- 5) 설계 개발 또는 설계 해석에 사용되는 전산 프로그램은 출력의 정확성을 보증할 수 있도록 서류화되고 확인 및 검증되어야 한다.
- 6) 검증된 프로그램을 변경할 경우에는 재검증하고 이를 문서화해야 한다.
- 7) 설계자 고유 전산 프로그램의 확인에는 적절한 벤치마킹 시험이 포함되어야 한다.
- 8) 최종 설계는 설계 확인 및 추적이 가능토록 상세히 서류화하여 설계 입력과 상호 연관되어야 한다.
- 9) 최종 설계에서는 설계되는 품목의 조립품이나 부품이 식별되어야 한다.

#### 3.3 설계확인

- 1) 설계의 적합성은 설계검토의 수행, 대체계산의 사용, 검증시험의 수행, 또는 기 입증된 유사한 계통과의 비교 중 한 가지 이상의 방법으로 확인되어야 하며, 설계확인에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
  - ① 원자로물리분석, 응력분석, 열유체분석 및 사고분석
  - ② 재료의 적합성과 가동중 검사·유지 및 보수를 위한 접근성 확인
  - ③ 검사 및 시험에 대한 허용기준의 규정
- 2) 설계확인 은 원 설계를 수행하지 않고 능력이 있는 개인 또는 조직에 의해

수행하여야 하며, 동일 조직 내의 제3자도 가능하다.

- 3) 설계확인용 기기, 계통, 구조물 또는 전산프로그램의 가동 전에 완료 되어야 한다.
- 4) 검증시험의 필요성 또는 수행여부는 적절한 합격기준을 포함한 시험 계획에 명시되어야 하며, 시험계획은 최악의 설계조건하에서 수행의 적합성을 입증하도록 수립되어야 한다.
- 5) 시험 결과는 서류화되고 시험 요건이 만족되었다는 것을 보증하기 위하여 설계 책임 조직에 의해 평가되어야 한다.

### 3.4 설계기록

설계 및 설계 확인 과정이 수행되었음을 입증하는 설계서류 및 기록은 수집, 보관되어 안전 관련 시설의 수명 기간 동안 유지되어야 한다.

### 3.5 일반규격품

- 1) 안전성 관련 계통에 사용되는 일반규격품은 요구되는 설계 기능을 충분히 수행할 수 있음이 보증될 수 있도록 평가되어야 한다.
- 2) 일반규격품을 개조하거나, 공급자 제품설명서보다 엄격한 시험 및 검사를 통하여 선정된 경우, 개조 또는 선정된 일반규격품과 다른 일반규격품과의 차이점이 추적 가능하도록 문서화되어야 한다.

### 3.6 변경관리

- 1) 시설 구조물, 계통, 기기의 개조 혹은 컴퓨터 코드의 수정은 현재의 설계 조건에 근거하여야 한다.
- 2) 확인된 설계의 변경사항은 문서화되고 기술적으로 타당하여야 하며 원 설계에 적용한 것과 동일한 방법으로 관리되어야 한다. 관리방법에는 구조물, 계통, 기기에 대한 설계해석 또는 컴퓨터 코드의 유효성에 대한 보증이 포함된다.
- 3) 설계오류로 인해 중대한 설계변경이 필요한 경우 설계과정 및 설계확인 절차가 검토되어야 하며 필요시 개정되어야 한다.

#### 4. 구매서류관리

- 1) 구매서류에는 품목이나 용역이 구매자의 요건을 만족하는지를 확인하기에 충분한 기술적 요건 및 품질보증요건이 포함되어야 한다.
- 2) 안전성 관련 품목의 구매서류는 기준 이하 또는 모조 부품 및 재료의 공급을 방지할 수 있도록 작성되어야 한다.
- 3) 기술적 요건에는 공급되는 품목과 용역에 적용되는 도면, 시방서, 규격, 기술기준, 규정, 절차서 또는 지시서 등이 적절히 포함되어야 한다.
- 4) 구매서류에는 공급자가 품질보증계획을 수립하여 제출하도록 규정되어야 한다. 다만, 일부 자재·기기 또는 용역의 특성상 품질보증계획의 수립이 불필요하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 5) 구매자나 지정대리인 혹은 권한을 위임받는 제3자가 품질보증 감사 및 검사를 위해 공급자의 시설 출입 및 기록을 열람할 수 있는 규정이 명시되어야 한다.
- 6) 구매서류에는 구매자의 검토 및 승인과 관련된 정보를 제공하기 위해 제출되어야 할 서류를 명시하여야 한다.
- 7) 구매서류에는 구매품목 및 용역 관련 공급자 불일치사항의 보고 및 처리방안 승인을 위한 구매자의 요구 사항이 포함되어야 한다.

#### 5. 지시서·절차서 및 도면

- 1) 품질에 영향을 미치는 업무는 그 업무의 성격에 부합되게 서류화된 지시서, 절차서 및 도면에 따라 수행되어야 한다.
- 2) 이러한 서류는 규정된 업무가 적절히 수행되었는지 여부를 결정할 수 있는 정량적 또는 정성적인 판정 기준을 포함하거나 인용하여야 한다.

#### 6. 서류관리

##### 6.1 서류의 작성, 검토, 승인 및 발행

- 1) 품질 요건을 규정하거나 품질에 영향을 미치는 업무를 기술한 서류의 작성, 발행 및 변경은 정확한 서류가 업무에 사용될 수 있도록 관리되어야 한다.
- 2) 서류관리 체계는 서류화되어야 하며, 다음 사항을 명시하여야 한다.
  - ① 관리되어야 할 서류와 배부처
  - ② 서류의 작성, 검토, 승인 및 발행에 대한 책임사항

③ 서류의 승인 및 발행 전에 적합성, 완결성 및 정확성 검토

6.2 서류의 변경

서류의 중대한 변경은 원 서류를 검토하고 승인했던 동일한 조직에 의해 검토되고 승인되어야 한다. 다만, 조직의 변경 등의 이유로 사업자가 변경사항의 검토·승인을 위하여 별도의 담당자 또는 담당부서를 지정한 경우에는 지정 받은 담당자 또는 담당부서의 검토·승인을 받을 수 있다.

**7. 구매 품목 및 용역의 관리**

7.1 공급자 선정

공급자는 구매서류 요건에 따라 품목이나 용역을 제공할 수 있는 능력 평가에 근거하여 선정되어야 하며, 선정방법과 결과는 문서화되어야 한다.

7.2 공급자 업무관리

구매자는 공급자의 업무 수행을 적절히 관리하기 위한 방안을 수립하여야 한다.

7.3 업무 확인

- 1) 구매품목 또는 용역의 품질에 대한 책임은 공급자에게 있으며, 공급자는 품질의 증거를 확인하고 이를 구매자에게 제시하여야 한다.
- 2) 공급자가 발행한 서류의 관리 취급 및 승인 방안이 수립 및 이행되어야 한다.
- 3) 기술적 자료, 검사 및 시험 자료 등을 수집 및 처리하고 허용기준과 비교하여 평가기록을 제시할 수 있는 방안이 이행되어야 한다.
- 4) 구매자는 품목의 복잡성과 안전 중요도에 따라 품질감독, 검사, 감사를 실시하거나 공급자 불일치사항의 처리, 면제 및 시정조치를 검토하여 공급자 품목의 품질을 독립적으로 확인하여야 한다.

7.4 품목 또는 용역의 판정

- 1) 구매자는 구매 품목 및 용역이 구매시방서와 부합함을 보증할 수 있는 체계를 수립하여야 한다.

- 2) 구매자가 구매 품목 또는 관련 용역을 수락하기 위하여 사용하는 방법은 공급자 제품인증서, 공장확인, 인수검사, 설치후시험 중 한 가지 이상이어야 한다.
- 3) 인수검사는 해당 절차서 및 지시서에 따라 외형, 식별, 청결 등 제품 상태의 적합성을 확인하고, 운송 중 손상 여부와 위조품 또는 모조품 여부를 판정하기 위하여 수행되어야 한다.
- 4) 사업자는 자재 또는 기기를 설치하거나 사용하기 전에 이들이 규격·기준 및 시방서에서 요구하는 구매요건에 일치함을 입증하는 증빙서류를 확보하여 당해 시설에 이를 비치·관리하여야 한다.

## **8. 품목의 식별 및 관리**

### **8.1 품목의 식별**

- 1) 규격, 기술기준 또는 시방서에 식별 또는 추적 요건이 규정된 경우, 품목의 식별 및 관리방안이 제공되어 식별 및 추적이 가능하도록 하여야 한다.
- 2) 품목의 식별은 초기 인수 단계부터 제작 단계를 거쳐 설치 및 사용에 이르기까지 유지되어야 한다.

### **8.2 물리적 식별**

품목을 물리적으로 식별하는 것이 비실용적이거나 불충분한 경우에는 물리적 격리, 절차상의 관리 또는 기타 적절한 방법이 사용되어야 한다.

### **8.3 표시**

- 1) 식별 표시를 하는 경우에는 분명하고 판독이 용이한 재료와 방법을 사용해야 하며, 품목의 기능이나 가동 수명에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.
- 2) 품목이 분할될 경우, 품목의 식별표지는 각 부품에 옮겨져야 한다.
- 3) 표시는 다른 식별 방법으로 대체하지 않는 한 표면 처리나 도장에 의해 지워지거나 가려지지 않아야 한다.

### **8.4 수명제한 품목**

기한 또는 운전수명이 있는 품목은 기한이나 운전수명이 만료된 후에 사용되지 않도록 식별 및 관리되어야 한다.

## 9. 특수 작업

### 9.1 관리대상 공정

작업결과가 공정관리나 작업자의 숙련도에 크게 의존하거나, 제품에 대한 검사 또는 비파괴시험만으로 품질판정이 용이하지 않는 용접, 열처리, 비파괴검사 등의 공정은 특수 작업으로 분류되어 관리되어야 한다.

### 9.2 관리방법

- 1) 특수작업은 지시서, 절차서, 도면, 점검표, 작업 공정표 또는 기타 적절한 방법으로 관리되어야 한다.
- 2) 특수작업을 수행하는 조직은 승인된 절차서 및 공정을 준수할 책임이 있다.
- 3) 특수작업 작업자의 자격인증과 절차서 및 장비의 인증은 규정된 요건에 따라야 한다.
- 4) 특수작업의 판정기준을 포함한 적용 규격 및 기술기준의 요건이 절차서 또는 지시서에 명시되거나 참조되어야 한다.
- 5) 특수작업 작업자의 자격인증과 절차서 및 장비의 인증기록이 적절히 유지되어야 한다.

## 10. 검사

### 10.1 검사계획

구매, 건설, 시설개조, 유지보수 및 실험장치 설치에 있어서 품목 또는 업무가 요건에 부합하는지를 확인하기 위한 검사계획이 문서화되어 시행되어야 한다.

### 10.2 검사자

- 1) 검사는 검사대상 작업을 수행하지 않는 자에 의해 수행되어야 하나 동일조직내의 다른 자가 검사할 수 있다.
- 2) 판정을 목적으로 작업의 적합성을 확인하기 위한 검사를 수행하도록 지정된 사람은 검사를 수행하기 위하여 자격이 인증되어야 한다.
- 3) 정규 훈련 필요시 검사자 및 시험자에 대해 요구되는 훈련을 실시하여야 한다. 이 훈련에는 실제 검사에 참여하여 검사 실무 경험을 갖출 수 있는 현장실무 훈련이 포함되어야 한다.

### 10.3 공정중 검사

- 1) 제품 품질을 완성된 제품 검사로 확인할 수 없는 경우에는 공정중 검사가 수행되어야 한다.
- 2) 검사자는 자재·기기 등의 품질을 보증하기 위하여 필요한 경우에는 작업 공정마다 시험, 측정 또는 점검 등의 방법으로 직접검사를 실시하되, 직접 검사가 불가능하거나 품질에 위대한 영향을 미치는 경우에는 작업방법, 장비 및 작업자를 감시하는 간접적인 관리를 하여야 한다.
- 3) 다음 작업을 진행하기 전에 필수적으로 검사를 받아야 하는 경우, 검사자는 이를 공정관리 문서에 명시하여야 한다.

### 10.4 최종검사

- 1) 최종검사는 품목이 규정된 요건에 적합하다는 결론에 도달하도록 계획 되어야 한다.
- 2) 완성된 품목에 대하여는 완결성, 표시, 교정, 조정, 손상 방지 조치, 또는 품목의 품질과 규정된 요건 만족여부를 확인하는데 요구되는 그 외의 특성이 검사되어야 한다.
- 3) 요구되는 검사와 시험에 합격한 품목만이 사용, 설치 또는 가동되어야 한다.

### 10.5 기록

- 1) 검사결과와 품목의 수락여부는 서류화되어 권한이 부여된 자에 의해 승인 되어야 한다.
- 2) 검사자는 검사 관련 품질기록의 적절성과 완결성을 확인하여야 한다.
- 3) 검사에 사용된 시험 및 측정 장비는 검사기록에 식별하여 검사결과를 추적 할 수 있도록 하여야 한다.
- 4) 검사자 자격인증기록이 작성 및 유지되어야 한다.
- 5) 검사기록에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
  - ① 검사자
  - ② 검사방법
  - ③ 검사결과
  - ④ 합격여부

⑤ 결함조치사항

**11. 시험관리**

11.1 시험계획

- 1) 지정된 구조물, 계통 및 기기들이 요건에 일치하는지를 확인하고 만족스러운 성능을 입증하거나, 설계 또는 제조에 활용할 데이터를 수집하기 위한 정규 시험계획이 수립 및 이행되어야 한다.
- 2) 시험계획에는 원형 검증시험, 설치 전 입증시험 및 기능시험이 포함되어야 한다.
- 3) 시험절차서에는 당해 시험 선결조건, 적합한 기기, 장비준비 및 환경 조건에 대한 사항이 규정되어야 한다.

11.2 시험기록

- 1) 시험결과는 서류화되어야 하며, 시험요건이 만족되었음을 보증할 수 있도록 책임자에 의해 평가되어야 한다.
- 2) 시험기록에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
  - ① 데이터 기록자
  - ② 시험방법
  - ③ 시험결과
  - ④ 합격여부
  - ⑤ 결함조치사항

11.3 전산프로그램

운전제어를 위해 사용되는 전산 프로그램은 승인된 확인 및 검증계획에 따라 시험되어야 하며, 그 제어 기능이나 공정이 운전범위 내에서 요구된 성능을 발휘함을 입증하여야 한다.

**12. 측정 및 시험장비의 관리**

12.1 관리

- 1) 품질에 영향을 미치는 업무에 사용되는 공구, 계기, 기구 및 기타 측정 및 시험장비는 관리되고, 허용오차내의 정밀도를 유지할 수 있도록 규정된 주



기마다 교정 및 조정되어야 한다. 다만, 자, 줄자, 수평기 및 기타 기구 등 일반 상용 장비는 정확도가 유지되는 경우 교정 및 관리가 요구되지 않는다.

- 2) 교정범위를 벗어난 장비는 꼬리표가 부착되거나 격리되어야 하며, 재교정 될 때까지 사용되어서는 안 된다.

## 12.2 기록

개별 측정 및 시험장비에 대해 추적 가능한 교정데이터 기록이 유지되어야 한다.

## 13. 취급, 저장 및 운송

### 13.1 절차서 수립

품목의 취급, 저장, 운송은 작업 및 검사지시서, 도면, 시방서, 출하지시서, 또는 기타 적절한 업무 수행 서류나 절차서에 따라 이행되어 품목의 손상 또는 변질이 방지되어야 한다.

### 13.2 특수품목 취급

불활성가스 환경·특정습도 및 온도조건 등 특별한 보호환경이 필요한 특수품목에 대하여는 관리방안이 수립 및 이행되어야 한다.

## 14. 검사, 시험 및 운전상태

- 1) 요구되는 검사 및 시험이 수행되었음을 확인하고, 검사 및 시험이 수행되지 않은 품목이 부적절하게 설치되거나 작동되지 않도록 검사와 시험의 결과가 품목이나 추적 가능한 문서상에 식별되어야 한다.
- 2) 검사, 시험 및 운전상태는 물리적 장소, 꼬리표나 표지, 작업공정표, 각인, 검사기록 또는 다른 적절한 방법으로 표시되어야 한다.

## 15. 불일치 품목의 관리

### 15.1 관리방안

- 1) 규정된 요건에 일치하지 않는 품목이 부주의하게 설치되거나 사용되지 않도록 관리하는 방안이 수립되어야 한다.

- 2) 관리방안에는 불일치품목의 식별, 서류화, 평가, 가능한 경우 격리 및 처리가 포함되어야 한다.

## 15.2 처리

- 1) 불일치상태는 평가되어 규제기관 보고여부가 결정되어야 한다.
- 2) 서류화된 절차서에 따라 불일치 특성이 검토되고 불일치품목의 처리 방안이 제안 및 승인되어야 한다.
- 3) 불일치품목의 처리(현상태사용, 폐기, 수리 또는 재작업)는 확인되고 서류화되어야 한다.
- 4) 수리나 현상태사용으로 처리된 불일치품목의 기술적 타당성은 서류화 되어야 한다. 설계요건을 만족하지 못하는 불일치품목이 현상태사용 또는 수리로 처리되는 경우에는 원 설계에 적용되었던 것과 동등한 설계관리방안이 적용되어야 한다.
- 5) 준공기록에는 승인된 일탈사항이 반영되어야 한다.
- 6) 수리 또는 재작업으로 처리된 불일치 품목은 그 처리방안에 별도의 판정기준이 수립되지 않은 경우, 적용 절차서 및 원래의 판정기준에 따라 재시험되어야 한다.

## 16. 시정조치

- 1) 품질위배사항은 즉시 식별되어 가능한 빨리 시정 조치되어야 한다.
- 2) 시정조치는 설계요건이 불완전하지 않는 한 이에 따라야 한다.
- 3) 중대한 품질위배사항에 대하여는 원인을 분석하고 재발방지조치를 하여야 한다.
- 4) 중대한 품질위배사항의 조치결과는 서류화되어 관련책임자에게 보고 되어야 한다.

## 17. 품질보증기록

### 17.1 관리체계

- 1) 기록관리 체계는 작업 수행일정에 맞추어 실행 가능한 한 빠른 시기에 수립되어야 한다.
- 2) 기록관리 체계는 절차서, 지시서 또는 기타 서류에 규정되고 이에 따라 실

행되어야 하며, 기록관리 체계에는 보존기간, 보존 장소, 책임의 소재가 포함되어야 한다.

3) 품질보증기록은 식별과 검색이 가능하여야 한다.

### 17.2 기록의 분류

1) 영구보존기록은 설치된 특정 품목의 수명기간 동안 시설운영자에 의해 또는 시설운영자를 위하여 관리되거나 향후 사용하기 위하여 보관되어야 한다.

2) 다음 기록은 영구보존기록으로 분류되어야 한다.

- ① 안전운전의 능력을 입증하는데 중요한 가치가 있는 기록
- ② 품목 유지보수 재작업, 수리, 교체, 개조에 중요한 가치가 있는 기록
- ③ 안전성관련 품목의 사고나 오동작의 원인을 결정하는데 중요한 기록
- ④ 가동중검사에서 요구되는 기준자료를 제공하는 기록 또는
- ⑤ 시설 해체를 계획하는데 중요한 가치가 있는 기록

3) 비영구기록은 시설운영자의 결정에 따라 보존 되어야 한다.

### 17.3 설비

1) 품질보증기록들은 습도, 온도, 화재 및 기타 요인으로부터의 손·망실을 방지할 수 있는 시설에 보관되어야 한다.

2) 방사선 투과필름, 사진, 슬라이드, 마이크로필름, 자기매체 등 특수처리 기록들이 과도한 노출, 적재, 전자기장, 온도 및 습도로 인하여 손상되지 않도록 방지하는 추가규정이 마련되어야 한다.

3) 공급자에 의해 유지되는 기록들은 구매자 혹은 시설운영자가 열람할 수 있어야 한다.

## 18. 감사

1) 시설운영자는 설계, 건설 및 운영 중 품질보증계획의 유효성을 평가하기 위하여 품질에 영향을 주는 활동에 대해 주기적인 감사를 수행하여야 한다.

2) 감사자는 감사대상 업무의 범위, 복잡성 또는 특수성과 관련된 경험이 있거나 훈련을 받은 자이어야 한다.

3) 감사는 감사대상 업무에 직접적인 책임이 없는 감사자에 의해 절차서 또는

점검표에 따라 수행되어야 한다.

- 4) 감사결과는 서류화되어야 하며, 감사분야에 책임있는 관리자에 의해 검토되도록 하여야 한다.
- 5) 즉시 시정이 요구되는 사항은 해당조직의 관리자에게 즉시 보고되어야 한다.
- 6) 감사대상 조직 또는 업무의 관리자는 불일치내용을 검토하고, 재발방지 대책을 포함한 시정조치 일정을 수립한 후 감사조직에 조치결과 또는 조치계획을 서면으로 통보하여야 한다.
- 7) 감사조직은 회신 내용의 타당성을 검토하여야 한다.
- 8) 감사기록에는 감사계획, 보고서, 회신내용 및 시정조치 완료기록이 포함되어야 한다.

### **안전심사지침 허용기준**

핵연료주기시설은 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙과 제4절 (원자로 시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증)의 요건을 만족하여야 한다.

## **Ⅲ. 검토절차**

검토자는 사업자의 품질보증계획서에 기술된 내용이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 제4절 (원자로 시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증) 및 원자력안전위원회 고시 제2016-13호(원자로.026)의 기준 II항의 허용기준에 만족하는지 검토되어야 한다.

1. 품질보증계획서의 변경내용은 최소한 기 승인된 품질보증계획서보다 내용이 미비하지 않음이 보증되도록 검토하여야 한다.
2. 품질보증계획서의 기술내용에 대해 예외적용 또는 대안채택의 경우에는 그러한 내용이 분명하게 명시되었는지 와 타당한 승인근거가 제시되었는지를 검토하여야 한다.
3. 품질보증 업무를 수행하는 조직 또는 개인의 책임과 권한을 검토하여 조직상에 충분한 독립성이 보장되었는지를 확인하고, 검토결과가 만족스러울 경우 다음 IV항의 평가결과에 따라 처리한다.

#### IV. 평가결과

검토자는 핵연료주기시설의 설계·건설·운영·폐로에 대한 사업자의 품질보증계획서가 허용기준에 만족한 것으로 평가되면 허용기준과 검토절차를 참조하여 심사 보고서를 작성한다.

#### V. 참고문헌

1. KEPIC QAP-1, 원자력 품질보증계획 일반기준
2. ASME NQA-1, Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications
3. IAEA Safety Requirements No. NS-R-5, “Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities”
4. NUREG-1520, “Standard Review Plan for the Review of a License Application for a Fuel Cycle”