방사선기기 설계기준 및 구조기준 해설서

2022. 12. 28

원자력안전위원회

한국원자력안전기술원
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

안 내 문

본 해설서는 「방사선기기의 설계승인 및 검사에 관한 기준」에서 규정하는 설계기준과 구조기준 내용을 이해하기 쉽도록 해설함으로써 설계승인 과정에서 발생할 수 있는 보완사항을 최소화하고, 방사선기기 설계승인 절차가 보다 효율적이고 원활하게 진행되기 위해 작성되었습니다.

해설서는 다음과 같이 구성되어 있습니다.

I. 설계기준 해설

II. 구조기준 해설

본 해설서의 구성 및 내용의 수정 또는 개선 등에 대한 의견은 방사선애로기술지원 컨택센터 (080-004-3355)에 제시하여 주시길 바랍니다.

2022년 12월 28일

※ 본 해설서는 2021.01.13.에 개정된 원자력안전위원회고시 제2021-3호 「방사선기기 설계승인 및 검사에 관한 기준」 내용을 기반으로 작성된 내용으로서, 이후 고시가 개정되거나 구체적인 사실관계 등에 따라 달리 적용될 수 있음을 알려드립니다.

재·개정 이력

순번	재·개정 이력	재·개정 내용	비고
1	2022.12.28	최초 내용 작성	-

CONTENTS

Ⅰ. 설계기준 해설 6

1. 방사선 차폐 7

2. 연동장치 13

3. 보안장치 18

4. 비상정지계통 21

5. 방사선방출 제어장치 25

6. 경고체계 28

7. 선원용기 31

8. 식별체계 34

Ⅱ. 구조기준 해설 38

1. 자체차폐형(완전방호형 및 캐비닛형) 41

2. 개방형(무인격리형 및 휴대개방형) 48

별첨·용어 정의 54

1 설계기준 해설

개 요

› 방사선기기의 설계기준은 원자력안전법 시행령 제93조제1항제2호 및 「방사선기기 설계승인 및 검사에 관한 기준」(이하 "설계승인고시")에서 규정하고 있으며 설계의 일반기준과 안전관련품목별 설계기준을 만족하여야 합니다.

› 일반설계 기준은 방사선기기의 구조, 원리, 특성과 관계없이 기기의 고유 안전성을 확보하기 위해 공통적으로 적용되는 기준으로서 다음과 같습니다.

① 방사선기기 자체의 결함으로 인하여 종사자 또는 일반인이 선량한도를 초과하여 방사선 피폭되지 않을 것
② 방사선기기는 운영·유지·수리·선원교체 등 일련의 방사선작업이 용이하도록 설계할 것
③ 방사선기기에 결함이 발생하는 경우, 즉시 그 사실을 감지하여 의도하지 않은 방사선피폭을 제한하거나 감소시킬 수 있을 것
④ 방사선기기의 안전계통을 우회하거나 훼손하여 사용할 우려가 없도록 설계할 것

› 안전관련품목은 방사선기기가 작동하는 과정에서 종사자 및 일반인에게 의도하지 않은 방사선 피폭을 초래할 수 있는 비정상적인 상황의 발생을 방지하거나 그 결과를 경감시켜 주는 기능을 하는 장치입니다. 품목은 방사선 차폐, 연동장치, 보안장치, 비상정지계통, 방사선방출 제어장치, 경고체계, 선원용기 및 식별체계로 구분되고 있으며, 목적에 맞게 정상적으로 기능할 수 있도록 품목별로 설계기준을 정하고 있습니다.

› 방사선기기는 방사선기기의 구조, 원리, 설계목적 등에 따라 적용되는 안전관련품목의 특성이 상이할 수 있으나, 모든 안전관련품목은 정해진 설계기준을 만족하여야 하며, 설계의 일반기준 또한 만족하도록 설계되어야 합니다.

› 다음 장에서는 안전관련품목별 설계기준을 제시하고 각 기준별 개요와 특성, 달성방법, 적용방식(예시)을 설명하였습니다.

① 방사선 차폐

설계승인고시 제7조(방사선차폐)

1. 차폐체의 성능은 종사자 및 일반인의 선량한도를 기준으로 한다.
2. 차폐 재료는 균일성 및 변성 등에 관한 사항은 품질이 보증된 것이어야 하며, 재료 자체의 하중으로 인하여 구조적으로 변형되거나 물리적 충격에 의하여 쉽게 손상되지 않아야 한다.
3. 서로 다른 종류의 차폐 재료가 연결되는 부위 또는 공조설비·배관설비·케이블 등이 차폐재료를 관통하는 부위가 있는 경우에는 해당부위 또는 기타 특정부분의 차폐효과가 저하되지 않아야 한다.
4. 천연 우라늄 또는 감손 우라늄을 차폐 재료로 사용하는 경우에는 종사자가 우라늄에 직접 접촉할 수 없도록 내구성 있는 도료로 포장하거나 다른 외장재로 보강하여야 한다.
5. 차폐성능의 평가는 별도의 합리적인 기준이 없는 한 임의의 종사자에 의한 방사선기기 가동시간을 연간 2000시간(일일 8시간, 주당 5일 및 연간 50주)으로 한다.

방사선차폐 개요

- **(정의)** 방사선기기 외부로 방사선이 누설되지 않도록 차단하는 것을 의미함.
- **(목적)** 방사선기기에 차폐체를 설치하여 방사선을 차단함으로써 방사선 방출 중 기기 외부에서의 피폭 위험성을 저감하기 위함이며, 이를 위해 차폐설계에 필요한 사항(차폐체 성능, 차폐체 재료 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 납, 철, 텅스텐, 납 유리, 납 커튼 등

» 해설

방사선기기에는 적절한 차폐체를 설치하여 방사선 방출 중 기기 외부에서의 불필요한 피폭을 저감해야 합니다. 설계승인고시 제7조(방사선차폐)에서는 차폐 설계에 필요한 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항을 **1)차폐체 성능, 2)차폐체 재료**로 구분하여 설명하였습니다.

1) 차폐체 성능 (고시 제1호 및 제5호)

가. 고시 내용

1. 차폐체의 성능은 종사자 및 일반인의 선량한도를 기준으로 한다.
5. 차폐성능의 평가는 별도의 합리적인 기준이 없는 한 임의의 종사자에 의한 방사선기기 가동 시간을 연간 2,000시간(일일 8시간, 주당 5일 및 연간 50주)으로 한다.

나. 고시 설명

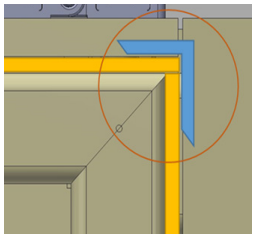
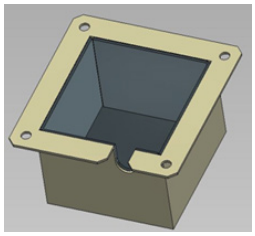
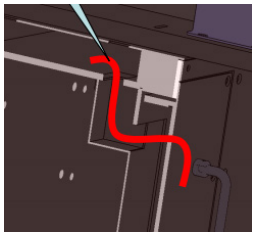
- 차폐체의 성능은 방사선원의 방사선학적 특성과 차폐체의 재료, 두께, 형태, 구조에 기인합니다. 해당 요소들의 변화에 따라 차폐 성능은 다양하게 나타날 수 있으므로 방사선원의 방사선 종류, 방출 특성에 맞는 차폐체를 선정하여, 안전하게 차폐될 수 있도록 구조와 형태를 갖추어야 한다.
- 특히, 방사선기기 설계상 생성되는 차폐체 접합부, 관통부 등은 방사선이 누설될 가능성이 높으며, 해당 부위로 인해 차폐 성능이 저하되지 않아야 한다.

- **접합 부위**: 각 차폐체 간의 이음부를 의미하며, 개방 및 분해가 가능한 도어(또는 커버)와 같은 부속품의 접합부를 포함
- **관통 부위**: 방사선이 조사되는 방사선기기의 내부공간과 외부공간의 연결 부위 (공조설비, 케이블 관통부, 배관설비 및 검사체 투입/배출구 등)

다. 차폐체 설계와 성능 평가

- **(선원항 정의)** 차폐체의 사양(재료, 두께)과 구조를 설계하기 위해서는 방사선학적 특성을 먼저 정의해야 한다. 방사선학적 특성에 영향을 미치는 요인으로는 방사선의 종류, 방출 특성, 조사방향, 조사각, 방사선장의 크기(선원과 차폐체와의 거리), 필터, 콜리메타, 셔터 등이 있으며, 각 요인을 종합적으로 고려하여 선원항을 정의한다.
- **(차폐체 설계)** 정해진 선원항으로부터 방출되는 방사선에 의해 종사자 및 일반인의 선량한도를 초과하지 않도록 방사선기기 구조, 외관, 방사선원을 둘러싼 외부 및 방사선이 조사되는 검출기부 등 차폐체의 사양(재료, 두께)과 방사선기기의 규격을 설계하여야 한다.

● **(차폐체 접합부 및 관통부)** 누설 우려 부위는 방사선기기의 사용목적과 형태에 따라 다양할 수 있으나, 일반적으로 차폐체 접합부위, 관통부위, 검사체 투입/배출구로 분류할 수 있으며, 각 부위별 설계방법은 다음과 같다.

항목	누설 우려부위	설계방법
접합 부위	- 차폐체 여러 개를 이어 붙인 경우 - 방사선 방출 공간의 격리구조를 유지하기 위한 부속품*들이 기기와 맞닿은 틈 및 이를 체결하기 위한 구멍 등 * 도어, 납 유리(기기 내부 확인), 제어패널, 모니터, 커버 등	- 차폐체를 중첩하거나 추가 차폐체를 덧대어 고정(용접, 접착, 리벳 또는 볼트 고정) 시공 ※ 단, 볼트를 통한 고정부위에 대한 누설을 방지하기 위해 납 와셔를 설치 - 부속품 고정부착부의 연결부위 및 절곡부위에 고정(중첩설계, 용접설계, 리벳 또는 볼트 고정으로 인한 납 와셔 설치 여부 등)시공, 틈이 없도록 밀착 설계(스페이서 등의 이용) 그림 1. 납 접착 예시  그림 2. 중첩 설계 예시 그림 3. 볼트 고정 (납와셔 포함) 예시 그림 4. 샌드위치 구조 (철, 납, 철) 예시
관통 부위	- 기기 내부의 엑스선 튜브, 연동장치 등의 부품에 전원을 공급하기 위해 외곽의 차폐체가 관통된 경우 - 기기 내부 전자부품의 냉각을 위해 냉각팬이 설치되어 있는 경우 등	- 외부로 통하는 부위는 'ㄷ'형 덮개 또는 미로 구조 등으로 보강 설계  그림 5. 'ㄷ' 차폐체 덮개  그림 6. 전선 관통부의 미로설계

검사체 투입/ 배출구	- 방사선 방출 중 검사체를 지속적으로 터널 내부로 투입하기 위해 입출구가 개방된 경우 - 터널 형태는 아니나, 필름, 얇은 막 형태의 검사체를 지속적으로 투입하기 위해 투입/배출구가 개방된 경우 등	- 터널에 적절한 차폐 성능을 가진 재질, 수량, 넓이, 중첩 방식 등을 가진 커튼을 설계 - 검사체 투입/배출구를 미로 구조로 설계 - 검사체 투입/배출구 시에만 개방될 수 있도록 셔터 장착

그림 7. 터널 납커튼 예시

그림 8. 검사체 터널 셔터 차폐체 구동 예시

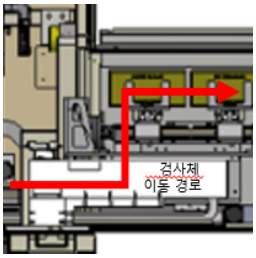


그림 9. 검사체 투입 /배출구 미로구조 예시

● **(차폐체 성능평가)** 설계된 방사선기기의 차폐체의 성능을 평가를 위해 고려하여야 할 사항은 다음과 같으며, 여러 가지 방식으로 입증할 수 있다.

예시)

[선원항]

▶ **방사성동위원소 내장기기**의 경우: 내장되는 방사성동위원소의 핵종에 따른 방출 방사선 종류, 에너지 및 내장 가능 수량으로 평가

▶ **방사선발생장치**의 경우: 최대 관전압에서 출력 가능한 최대 관전류로 평가

※ 관전압이 높을수록 방사선 투과율이 높기 때문에 최대 관전압으로 평가

※ 방사선발생장치의 성능은 방사선기기에서 최대로 출력할 수 있는 관전압과 관전류로서 **엑스선관의 방출 성능**(관전압 및 관전류(전력 포함)), **고전압발생장치의 성능**, **제어 프로그램(소프트웨어)의 제한 성능**을 고려

예시 1) 조건: 엑스선관 성능(160 kV 2 mA, 160 W),
고전압발생장치 성능(100 kV 2 mA, 100 W),
소프트웨어 제한 없음
→ 방사선기기의 성능: 100 kV 2 mA, 100 W

예시 2) 조건: 엑스선관 성능(160 kV 2 mA, 160 W),
고전압발생장치 성능(100 kV 2 mA, 100 W),
소프트웨어 제한(80 kV 1 mA)
→ 방사선기기의 성능: 80 kV 1 mA

[평가지점] 방사선기기의 구조에 따라 다음과 같이 보수적으로 적용

- 자체차폐 형태(격리된 구조): 방사선기기의 주요 누설 우려부위(방사선 조사방향 및 선원위치를 고려한 최단 거리 지점과 차폐체의 접합부위 및 관통부위 등의 표면 또는 10 cm 이격지점)
- 개방 형태: 방사선 방출구를 제외한 누설 우려부위 표면 또는 10 cm 이격지점

[평가방법] 아래 방법 중 선택하여 차폐성능을 평가

- 설계된 차폐체를 투과하여 나오는 방사선을 적합한 계측기를 이용해 방사선량 직접 측정
- 차폐 감쇄율과 방사선 에너지 등 인자를 이용하여 수 계산
- 몬테카를로 전산모사 코드 계산 등

[적합성평가] 평가된 차폐성능(방사선량)에 대한 적합 여부는 종사자 및 일반인의 선량한도를 기준

- 조건: 2,000시간, 평가지점의 방사선량률

※ 무인격리형 및 휴대개방형 구조의 방사선기기는 주변에 체류하지 않고 사용하는 경우, 동일 방사선기기의 체류시간 및 체류거리 등의 자료를 통해 합리적인 시간을 적용 가능

2) 차폐체 재료 (고시 제2호에서 제4호)

가. 고시 내용

2. 차폐 재료는 균일성 및 변성 등에 관한 사항은 품질이 보증된 것이어야 하며, 재료 자체의 하중으로 인하여 구조적으로 변형되거나 물리적 충격에 의하여 쉽게 손상되지 않아야 한다.
3. 서로 다른 종류의 차폐 재료가 연결되는 부위 또는 공조설비·배관설비·케이블 등이 차폐 재료를 관통하는 부위가 있는 경우에는 해당부위 또는 기타 특정 부분의 차폐효과가 저하되지 않아야 한다.
4. 천연 우라늄 또는 감손 우라늄을 차폐 재료로 사용하는 경우에는 종사자가 우라늄에 직접 접촉할 수 없도록 내구성 있는 도료로 포장하거나 다른 외장재로 보강하여야 한다.

나. 고시 설명

- **(균일성)** 방사선기기를 구성하는 모든 차폐체는 모든 지점에서 동일한 차폐성능을 유지할 수 있도록 재료가 균일하여야 한다. 즉, 단일 차폐체 내에서는 차폐재료의 구성비가 균질하게 구성되어야 하며, 동일한 차폐체를 다수로 사용하는 경우 각 차폐체 별 구성비 또한 일정하여야 한다.
- **(변형방지)** 차폐체는 재료에 따라 강도와 연성이 다양하므로 방사선기기를 구성하는 차폐체 재료가 자체 하중이나 물리적 충격에 변형(또는 손상)을 방지할 수 있도록 설계되어야 한다.

다. 차폐체 재료 선택과 구조 설계

- **(균일성)** 단일 차폐재료 성적서를 구비하고, 제작사의 품질검사를 통해 재료의 신뢰성을 확보할 수 있다.
- **(변형방지)** 차폐체의 강도와 연성으로 인해 변형 가능성이 있는 경우, 변형을 방지하기 위한 일반적인 설계방법은 아래의 예시와 같다. 이때 방사선 종류 및 선량, 차폐체 재료와 규격, 방사선기기의 크기와 형태 등을 고려하여 최적화된 방식을 선택하여야 한다.

예시)

- 차폐체의 연성이 높은 경우: 고정(중첩, 용접, 접착, 리벳 또는 볼트고정) 또는 샌드위치 구조(예: 철+납+철)로 설계 등
- 선량이 낮고 크기가 작은 경우: 강도가 높은 합금(철, 구리, 알루미늄 등) 등 이용
- 크기가 큰 경우: 강도가 높은 H강, ㅁ강 등의 지지대를 설치하여 차폐체 고정

② 연동장치

설계승인고시 제8조(연동장치)

1. 연동장치는 작동 환경 등을 고려하여 설계목적을 충분히 달성할 수 있는 성능을 확보하여야 한다.
2. 연동장치는 비상안전기능을 갖추어야 하며, 다른 계통 또는 장치에 의하여 영향을 받지 않도록 하여야 한다.
3. 연동장치는 방사선기기를 가동하기 위한 일상적인 수단으로 이용되지 않도록 하여야 한다.
4. 특수공구를 사용하지 않아도 탈착·부착 또는 개·폐가 가능한 부위가 방사선 차폐 또는 방사선원의 접촉을 제한하는 기능을 하는 것은 연동장치와 연동되도록 하여야 한다.
5. 수시 개·폐가 필요한 특정 부위는 2개 이상의 서로 독립적인 연동장치와 연동되어야 하며, 이중 최소한 1개는 시스템의 주 전원 공급회로를 차단하거나 방사선발생장치인 경우에는 고전압발생기 전원공급회로를 차단하는 기능을 하도록 하여야 한다.

연동장치 개요

- **(정의)** 방사선기기에 전기적·기계적으로 연동하여 방사선 방출을 제한하거나 사용자의 물리적 접근을 제한하는 장치를 의미함.
- **(목적)** 방사선기기 사용 중 도어 열림, 내부 손 유입 등으로 인해 신체가 비정상적으로 방사선에 노출되는 것을 제한하기 위함이며, 이를 위해 연동장치 설계에 필요한 사항(성능, 설치 위치 및 수량, 연동 부위 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 비상정지스위치, 보안장치, 경고장치, 제어장치, 인터락 스위치, 감지 센서 등

※ 단, 비상정지스위치, 경고장치, 제어장치는 설계승인고시 제9조~제12조에서 설계기준을 별도로 규정하고 있으므로 각 품목별 해설내용을 참조

※ 방사성동위원소가 내장된 방사선기기로서, 선원이 노출될 수 없는 구조에서 기기가 가동될 때와 가동되지 않을 때가 동일한 안전성을 갖추고 있어 별도의 연동장치가 필요 없는 경우 연동장치(연동장치, 비상정지 계통, 방사선방출 제어장치, 경고체계)의 적용은 배제

(예시: RI 내장기기로서 ECD, 유해기체 감지기기, 군사용 경통에 내장된 삼중수소 등)

» 해설

방사선기기에는 비정상적인 상황이 발생할 경우를 대비하여 종사자를 보호할 수 있는 연동장치를 설치해야 합니다. 설계승인고시 제8조(연동장치)에서는 연동장치의 특징 및 조건에 대해 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항을 **1)연동장치 성능, 2)연동장치 설치 위치 및 수량**으로 구분하여 설명하였습니다.

1) 연동장치 성능 (고시 제1호에서 제3호)

가. 고시 내용

1. 연동장치는 작동 환경 등을 고려하여 설계목적을 충분히 달성할 수 있는 성능을 확보하여야 한다.
2. 연동장치는 비상안전기능을 갖추어야 하며, 다른 계통 또는 장치에 의하여 영향을 받지 않도록 하여야 한다.
3. 연동장치는 방사선기기를 가동하기 위한 일상적인 수단으로 이용되지 않도록 하여야 한다.

나. 고시 설명 및 적용

- **(설계목적)** 방사선기기 사용 시 비정상적인 접근 또는 작동이 있을 경우 연동장치를 통해 방사선 방출을 제한하거나, 물리적으로 접근을 제한하여 사용자의 불필요한 피폭을 차단·저감할 수 있어야 한다.
- **(비상안전기능)** 연동장치가 물리적 오류(단락 및 고장), 인적 오류(강제 탈착, 해제 등) 등으로 인해 기능이 상실되는 경우, 방사선방출을 중단 또는 차단시키거나 상실된 연동장치의 기능을 대체할 수 있는 연동장치를 설치(다중성)하여 방사선피폭으로부터 종사자를 보호해야 한다.

- 방사선방출 중단 또는 차단
  - ▶ 주 전원, 고전압발생 전원과 연동하여 오류 발생 시 방사선방출 중단
  - ▶ 엑스선관 전단 셔터와 연동하여 방사선방출 차단
- 대체 연동장치 설치 (다중성)
  - ▶ 대체 연동장치는 물리적, 전기적으로 상호 분리되도록 독립 설계

※ 독립 설계: 하나의 계통 또는 장치의 사고가 다른 계통 또는 장치에 영향을 미치지 않도록 하는 것

- **(작동방식)** 연동장치는 방사선기기에 전원이 인가되면 즉시 작동되어야 한다. 또한 연동장치의 설계목적에 맞게 기기 작동에 이상 또는 격리구조를 무너뜨리는 경우에만 작동되도록 설계하여, 연동장치가 방사선기기 작동을 위한 일상적인 수단으로 이용할 수 없도록 해야 한다.

● **(작동 후 복구절차)** 연동장치가 작동되어 방사선 방출이 차단 또는 중단된 경우, 복구조치를 통해 안전성이 다시 확보된 상태에서만 방사선이 방출될 수 있도록 해야 한다.

※ 설계승인고시 제10조(비상정지계통) 제3호 관련

2) 연동장치 설치 위치 및 수량 (고시 제4호 및 제5호)

가. 고시 내용

4. 특수공구를 사용하지 않아도 탈착·부착 또는 개·폐가 가능한 부위가 방사선 차폐 또는 방사선원의 접촉을 제한하는 기능을 하는 것은 연동장치와 연동되도록 하여야 한다.
5. 수시 개·폐가 필요한 특정 부위는 2개 이상의 서로 독립적인 연동장치와 연동되어야 하며, 이중 최소한 1개는 시스템의 주 전원 공급회로를 차단하거나 방사선발생장치인 경우에는 고전압 발생기 전원공급회로를 차단하는 기능을 하도록 하여야 한다.

나. 고시 설명

- 방사선차폐 기능 지점 : 방사선원에서 발생한 직접 또는 간접 방사선이 외부로 누설되는 것을 물리적으로 차단하는 구조물 등 (예: 차폐체, 콜리메타, 셔터, 제어패널, 모니터, 에어컨, 덮개, 납커튼, 터널, 시료확인창 등)
- 방사선원의 접촉을 제한하는 기능: 방사선이 조사되는 공간으로 신체 일부가 접근하는 것을 물리적으로 또는 전기적 신호를 통해서 제한

▶ 물리적 : 유리, 아크릴 재질의 구획물 등

▶ 전기적 : 동작감지 센서 등

※ 특수공구: 일반인이 갖추기에는 무리가 있는 공구로서, 설계승인고시에서는 격리구조상 체결 부위에 사용하는 공구에 한정하여 적용함.

▶ 완전방호형: 볼트/너트, 십자/일자, 육각머리 나사를 제외한 모든 공구

▶ 캐비닛형, 무인격리형, 휴대개방형: 볼트/너트, 십자/일자를 제외한 모든 공구

● **(설치위치)** 방사선기기의 부속품 중 방사선차폐 또는 방사선원의 접촉을 제한하는 기능을 하는 지점은 특수공구로 체결하거나 용접 등으로 연결하여 분해가 불가능한 곳을 제외하고 연동장치를 설치해야 한다.

● **(설치수량)** 방사선기기에서 출입문과 같이 수시로 개·폐가 필요한 지점은 연동장치를 필수로 설치해야 한다. 다만, 수시 개·폐 지점은 사용빈도가 높아서 기계적 손상 등이 발생할 가능성이 높으므로 2개 이상의 연동장치를 설치하여 한 개의 연동장치가 고장이 발생하여도 안전목적을 달성할 수

있도록 해야 한다.

- 대체 연동장치는 물리적, 전기적으로 상호 분리되도록 독립 설계

다. 적용

● 방사선기기 설계 시 분해 또는 개방이 필요한 지점을 선정하고, 해당 지점의 연결 방식을 검토해야 한다. 분해 또는 개방이 필요한 지점은 구조기준에 따라 적합한 특수공구를 이용하여 체결하거나, 최소 한 개 이상의 연동장치를 설치해야 한다(수시 개·폐 지점 2개 이상).

※ 비상정지스위치, 제어장치, 경고장치의 연동장치에 대한 상세 요건은 본 해설서 Ⅱ.4~6장 참조

● 수시 개·폐지점의 인터락 스위치(센서)는 도어의 종류에 따라 아래 예시와 같이 설계할 수 있다.

- **수동 여닫이 또는 미닫이 도어**: 도어에 2 개 이상 인터락 스위치(센서)

※ 물리접점 작동 방식의 인터락 스위치는, 사용자가 테이프와 같은 고정 재료를 통해 우회하기 쉬워 인적오류 발생 가능성이 매우 높음. 이에, 작동 방식이 다른 인터락 스위치를 2개 이상 설치하거나, 물리접점 방식의 인터락 설치를 배제할 것을 권장함.

그림 10. 단순 물리접점식(마이크로스위치) 인터락의 예

- **자동 슬라이딩 도어, 모터를 통한 자동 개·폐 셔터**: S/W + 1개 이상 인터락스위치

▶ 제어 S/W를 이용하여 도어 또는 셔터를 개폐하는 것은, 수동으로 개폐하는 것보다 인적오류 발생 가능성이 낮음

▶ 이에 S/W를 이용하여 자동으로 도어 및 셔터를 개폐하는 경우에는 S/W 제어장치를 1개의 연동장치로 간주하고, 도어에는 인터락을 1개만 설치

▶ 이때, 도어에 설치되는 1개의 인터락은 안전성 확보를 위해 주 전원 또는 고전압발생장치와 연동할 것을 권장

● 추가적으로 방사선기기의 기계·구조적 특성 뿐만 아니라 작동원리, 사용절차, 작동환경을 고려하여 연동장치 설치 위치를 선정하여야 한다.

※ 참고-인터락의 정의, 종류

- **(정의)** 인터락은 2개의 작동 원리 또는 기능이 상호 의존되도록 만들어주는 장치임. 작동되는 장치에서 의도하지 않은 상태가 발생하는 것을 방지할 수 있도록 전기적, 전자적, 기계적 장치나 시스템으로 구성할 수 있음
- **(종류)** 인터락 작동 방식은 다양하게 설정할 수 있으나, 원자력안전법 설계승인고시에서 인터락은 안전 목적의 인터락으로 한정

  하드웨어 인터락/ Hardware Interlock_ 기계적인 장치를 설치하여 위험 상황에 도달하였을 때에 기계를 자동으로 정지 시키는 인터락(리미트 스위치, 광전자식 센서 등)

  근접센서 인터락/ Approach Interock_ 문과 문틀에 센서와 금속판을 각각 설치하여 두 개가 근접하면 센서가 동작 또는 신체 부위를 적외선으로 감지하여 가동 중단

  소프트웨어 인터락/ Software Interlock_ 설비가 정상상태를 벗어나게 되면 PLC 등의 계장제어 시스템으로 인터락을 설정하는 것을 말하며 하드웨어 구성없이 기존에 설치된 계장품을 연동하여 프로그램으로 구성하는 방식

예시

그림 11. 힌지 인터록 스위치(Hinge Interock Switch)

그림 12. 적외선 접근 센서(Infared approach Sensor)

그림 13. 안전 리미트 스위치(Safety Limit Switch)

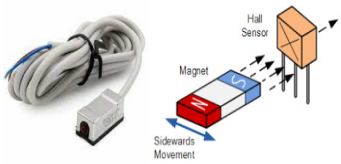


그림 13. 마그네틱 접근 센서(Magnetic Approach Sensor)

그림 14. 마이크로 스위치(Micro Switch)

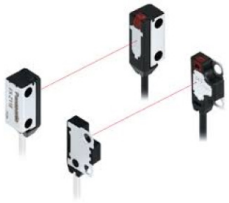


그림 15. 포토 센서(Photoelectric Sensor)

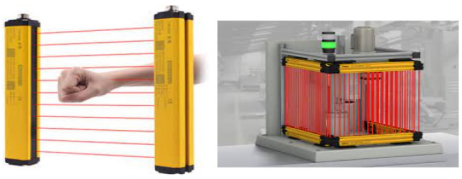


그림 16. 라이트 커튼, 에어리어 센서 등(Light Curtain, Area Sensor etc.)

그림 17. 비 접촉식 안전스위치(Non-Contact RFID Safety Switch)

③ 보안장치

설계승인고시 제9조(보안장치)

1. 방사선기기 무단 취급을 방지하고 방사선기기를 보호하기 위하여 최소한 1개 이상의 보안장치를 갖추어야 한다.
2. 보안장치를 열쇠로 이용하는 경우에는 특정기기의 열쇠가 다른 기기(동일모델의 방사선기기를 포함한다)에 사용될 수 없도록 하여야 한다.
3. 열쇠를 이용하여 방사선기기를 작동하는 경우 방사선기기의 가동 중에는 열쇠를 분리할 수 없도록 하여야 한다.

보안장치 개요

- **(정의)** 방사선기기를 무단으로 사용(방사선 방출)하는 것을 제한하는 장치를 의미함.
- **(목적)** 방사선기기를 승인받지 않은 자가 무단으로 사용함으로써 불필요하게 수반될 수 있는 피폭을 방지하기 위함이며, 이를 위해 보안장치 설계에 필요한 사항(성능 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 열쇠스위치, 접촉식 전자 칩, 제어 소프트웨어에 사용자 ID/PW, 보안 USB 연결을 통한 제어 소프트웨어 로그인 등

» 해설

방사선기기는 사용을 승인받은 사람만 사용할 수 있도록 조치가 필요합니다. 설계승인고시 제9조(보안장치)에서는 방사선기기 무단 사용 방지를 위한 보안장치에 대해 정의하고 있으며, 본 장에서는 해당 고시 조항의 규제적용 관점을 설명하였습니다.

1) 보안장치 (고시 제1호에서 제3호)

가. 고시 내용

1. 방사선기기 무단 취급을 방지하고 방사선기기를 보호하기 위하여 최소한 1개 이상의 보안장치를 갖추어야 한다.
2. 보안장치를 열쇠로 이용하는 경우에는 특정기기의 열쇠가 다른 기기(동일모델의 방사선기기를 포함한다)에 사용될 수 없도록 하여야 한다.
3. 열쇠를 이용하여 방사선기기를 작동하는 경우 방사선기기의 가동 중에는 열쇠를 분리할 수 없도록 하여야 한다.

나. 고시 설명

- 무단 취급 방지를 위해서 방사선기기는 사용 교육 또는 방사선 안전과 관련한 교육을 받은 인원만 사용할 수 있도록, 방사선기기에 최소한 1개 이상의 보안장치가 설치되어야 한다.
- 보안장치는 열쇠스위치, 접촉식 전자 칩, 제어 소프트웨어에 사용자 ID/PW, 보안 USB 연결을 통한 제어 소프트웨어 로그인 등의 다양한 종류가 있으며 요건은 다음과 같다.

- **(열쇠스위치)** 동 조의 제2호와 제3호를 참고
  ※ 방사선기기 주변에 체류하여 사용하지 않고 사용하는 경우, 보안장치의 목적을 만족한다면 제3호를 적용하지 않을 수 있음.

- **(접촉식 전자 칩)** 하나의 전자 칩이 하나의 방사선기기에만 작동되도록 설계하여, 전자 칩이 다른 기기와 공유하여 사용되지 않도록 하여야 함(기기 고유번호 별 부여)

그림 18. 열쇠 스위치 예시

그림 19. 접촉식 전자 칩 예시

- **(제어 소프트웨어)** 프로그램의 사용자 ID/PW

※ 주의: 제어 PC 운영체제(Window 등) 계정 로그인 비밀번호는 제어 PC의 보안장치로서 방사선기기의 보안장치로 인정되지 않음.

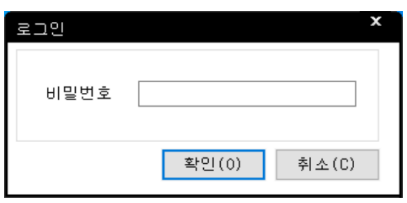


그림 20. 접근권한(PW) 예시

- **(보안 USB)** USB 연결을 통한 제어 소프트웨어로 로그인이 가능하나, 방사선 방출 중 분리되지 않도록 하거나, 분리 시 소프트웨어 종료 및 방사선 방출이 중단되도록 하여야 함

그림 21. 보안 USB 예시

- **(방사선기기와 연동된 보안장치가 없는 경우)**
  - 주요 기기제어 버튼을 작동할 수 없도록 물리적 잠금장치(자물쇠 등)를 설치하거나, 제어버튼이 위치한 PLC 캐비닛 도어에 물리적 잠금장치(자물쇠 등)를 설치한 경우 인정 가능
  - 휴대 가능한 기기중 자체 보안장치가 없는 경우 보조 운반장치(보관 케이스, 캐리어 등)에 물리적 잠금장치(자물쇠 등)의 설치한 경우 인정 가능

※ 주의: 이 경우에는 물리적 잠금잠치를 반드시 공급사가 제공하고 설치 위치와 사용에 대하여 교육 필요.

그림 22. 소화기용량 측정기 보관 케이스 잠금장치

다. 적용

● 보안장치의 목적을 달성하기 위해서 방사선기기에 전원을 인가한 후, 최초 방사선 방출 조건 및 절차에 반드시 보안장치가 포함되도록 한다.

예시) 방사선기기의 방사선 방출 절차

- 방사선기기 주전원 On → 열쇠스위치 On(고전압발생장치 On) → 방사선 방출 On → 방사선 방출 Off → On → Off → ...

※ 최초 방사선 방출 후 기기의 전원을 끄거나 초기화하지 않고, 방사선을 재방출 할 경우 보안장치를 추가로 작동하지 않아도 사용 가능한 상태로 설계 가능합니다.

4 비상정지 계통

설계승인고시 제10조(비상정지계통)

1. 연동장치의 기능이 비정상인 경우에는 방사선방출이 가능하지 않도록 하여야 한다.
2. 최소한 1개의 비상정지 스위치는 수동조작에 의해서만 가동하고, 이를 통한 정지기능은 모든 제어기능에 우선하여야 하며, 연동장치에 연동되어 있어야 한다.
3. 비정상적으로 방사선의 방출이 제한 또는 중단된 경우에는 중단 원인의 단순한 복구 또는 조정에 의하여 방사선방출이 재개되지 않도록 하여야 한다. 이 경우 주 제어판을 수동으로 복원하여 처음부터 방사선기기의 가동절차를 다시 거치는 경우에만 방사선방출이 가능하도록 하여야 한다.
4. 작동원리상 방사선기기에 내장된 방사성동위원소 또는 선원용기의 이동이 불가피한 경우에 대비하여 탈락·끼임·훼손 및 파손 등의 사고를 예방하고 복구하는 방법을 강구하여야 한다.

비상정지계통 개요

- **(정의)** 방사선기기가 목적한 대로 제어되지 않는 비상상황 발생 시, 가동을 즉시 정지할 수 있도록 전기적·기계적으로 연계되어 있는 것을 의미함.
- **(목적)** 고장 등으로 인해 기기의 방사선 피폭 안전성이 저해된 경우, 비상정지계통에 의해 즉시 방사선 방출을 정지하여 안전성을 확보하기 위함이며, 이를 위해 비상정지계통 설계에 필요한 사항(비상안전기능, 비상정지스위치, 작동 복구 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 비상정지스위치, 연동장치 비상정지계통 등

» 해설

방사선기기에 비정상적인 상황이 발생하여 안전성이 저해될 우려가 있을 경우 기기 가동을 즉시 정지할 수 있는 비상정지계통을 갖추어야 합니다. 설계승인고시 제10조(비상정지계통)에서는 비상정지계통 설계에 필요한 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항을 **1)비상안전기능, 2)비상정지 스위치, 3)작동 복구**로 구분하여 설명하였습니다.

1) 비상안전기능 (고시 제1호)

가. 고시 내용

1. 연동장치의 기능이 비정상인 경우에는 방사선방출이 가능하지 않도록 하여야 한다.

나. 고시 설명

- 방사선기기의 안전성을 확인하는 연동장치의 기능이 상실되는 경우, 방사선 방출을 즉시 중단 또는 차단시키거나 상실된 연동장치의 기능을 대체할 수 있는 연동장치를 설치(다중성)하여 방사선피폭으로부터 종사자를 보호할 수 있는 비상안전기능을 갖추어야 한다.

다. 적용

- 방사선기기의 기계·구조적 특성, 작동원리, 사용절차, 작동환경을 통해 연동장치의 다양한 오류를 가정하고 비상안전기능을 구현해야 한다.

- **(인터락 스위치, 보안장치, 비상정지 스위치)** 단락되어 기능을 상실하거나 강제 탈거된 경우 방사선방출이 중단 또는 차단되도록 설계

- **(방사선방출 제어장치)**
  · 방사선방출 제어장치를 In line 모니터링 장비와 정상작동 상태를 확인할 수 있는 신호(Heartbeat 패킷)를 교신하여 비정상적인 프로그램을 정상적으로 복구할 수 있는 기능(Bypass Circuit)을 갖추거나 방사선방출을 차단하도록 설계
  · 또는 다수의 제어장치를 이용하는 경우 각 제어장치를 독립회로로 구성하여, 1종류의 제어장치의 제어가 상실되어도 다른 제어장치를 통하여 방사선방출 제어되도록 설계

- (경고장치)
· 경고등으로 통하는 전류를 감지하는 전류계를 설치하여 수명이 다하거나 고장시 부족 전류 등에 대한 신호를 전기 스위치(릴레이)로 보내 방사선방출을 중단
· 또는 다수의 경고등을 병렬로 연결하여 경고등 1개가 단락되어도 나머지 1개의 경고등을 통해 방사선방출을 인지할 수 있도록 설계

2) 비상정지 스위치 (고시 제2호)

가. 고시 내용

2. 최소한 1개의 비상정지 스위치는 수동조작에 의해서만 가동하고, 이를 통한 정지기능은 모든 제어기능에 우선하여야 하며, 연동장치에 연동되어 있어야 한다.

나. 고시 설명

- 비상정지 스위치는 사용자가 급작스런 비상상황에 노출 되었을 때 가장 쉽고 빠르게 대응 할 수 있는 수단이어야 한다. 따라서 비상시에 누구라도 비상정지 스위치를 쉽게 인식할 수 있도록 시인성이 높아야 하며, 최소한 1개의 비상정지 스위치는 복잡한 작동 절차가 필요 없는 수동 작동 방식이 포함되어야 한다.
- 또한 설치 목적을 달성하기 위해서 비상정지 스위치 작동 시 정지 기능은 모든 제어기능에 우선하도록 설정해야 하며, 비상정지 스위치가 복구되기 전에 방사선 방출과 관련한 어떠한 제어가 불가능 하도록 설정해야 한다.
- 비상정지 스위치는 확실한 방사선 방출 중단을 위해 고전압발생장치 또는 주전원과 연동할 것을 권고한다.

다. 적용

- 방사선기기의 사용 형태(체류 형태)와 기기의 특성을 고려하여 비상정지스위치의 위치, 수량, 연동부와 작동방식 등을 결정해야 한다.
  - 방사선기기 제어장치와 방사선 방출부가 이격되어 있을 경우, 제어장치 및 방사선 방출부 인근에 비상정지 스위치를 모두 설치해야 한다. 특히 사용자가 주로 상주하는 공간을 고려하여 적절한 위치에 충분한 수량의 비상정지 스위치가 설치되어야 한다.
  - 방사선기기가 사람이 들어갈 수 있을 정도로 큰 경우, 방사선기기 내부에도 비상정지 스위치를 설치하는 것을 고려하여야 한다.

※ 다만, 기기의 크기가 작아 비상정지 스위치 설치가 어려운 경우, 기기의 주전원 스위치 및 열쇠스위치가 비상정지 스위치의 역할을 대체할 수 있음.

3) 작동 복구 (고시 제3호 및 제4호)

가. 고시 내용

3. 비정상적으로 방사선의 방출이 제한 또는 중단된 경우에는 중단 원인의 단순한 복구 또는 조정에 의하여 방사선방출이 재개되지 않도록 하여야 한다. 이 경우 주 제어판을 수동으로 복원하여 처음부터 방사선기기의 가동절차를 다시 거치는 경우에만 방사선방출이 가능하도록 하여야 한다.
4. 작동원리상 방사선기기에 내장된 방사성동위원소 또는 선원용기의 이동이 불가피한 경우에 대비하여 탈락·끼임·훼손 및 파손 등의 사고를 예방하고 복구하는 방법을 강구하여야 한다.

나. 고시 설명

- 비상정지 스위치를 통해 비정상적으로 방사선 방출이 제한되거나 중단된 경우에는 근본 원인 파악 및 조치를 위해 단순한 복구 또는 조정에 의하여 방사선방출이 재개되지 않도록 설정하고, 조치 후 수동 복원 및 재가동 절차를 거쳐 방사선 방출이 가능하도록 해야 한다.

다. 적용

- 비상정지 스위치 작동 후 소프트웨어 및 하드웨어 가동절차를 일정부분 거쳐야만 방사선 방출이 가능하도록 설계해야 한다.

예시)

예시1) 방사선 방출 버튼 On/방사선방출 → **비상정지 스위치 On/방사선방출 중단** → 작동 해제(수동복구) → 열쇠스위치 Off → 열쇠스위치 On → 소프트웨어 재가동 → **방사선 방출 버튼 On/방사선방출**

예시2) 방사선방출 버튼 On/방사선방출 → **비상정지 스위치 On/방사선방출 중단** → 제어프로그램 이상 메시지 체크 → **방사선방출 버튼 On/방사선방출**

5 방사선방출 제어장치

설계승인고시 제11조(방사선방출 제어장치)

1. 방사선 방출이 정상적임을 감지하는 장치와 방사선방출을 직접 제한하는 장치는 기능이 정상적임을 보증할 수 있도록 비상안전기능을 갖추어야 한다.
2. 셔터나 방사선원의 위치이동을 통하여 방사선방출을 제어하는 기능이 있는 방사선기기의 경우에는 셔터의 개폐상태 또는 방사선원의 위치확인이 방사선기기의 통상적인 가동환경에서 용이하도록하여야 한다.
3. 전원을 통하여 셔터의 개폐 또는 방사선원의 위치를 조종하는 방사선기기의 경우에는 전원이 상실된 상황에서는 반드시 셔터가 닫히거나 방사선원이 안전한 위치로 복원되도록 하여야 한다.
4. 압축공기나 유압을 이용하여 장치를 구동하는 경우에는 이물질을 제거하기 위한 필터와 안전 보조밸브 및 비상구동 기능을 갖추어야 한다.
5. 시간 제어장치를 통하여 방사선방출을 제어하는 경우에는 시간제어 가능 범위와 경과시간을 확인할 수 있도록 하여야 한다.
6. 두 종류 이상의 방사선을 사용하기 위하여 특별히 제작된 방사선기기는 목적하지 않은 방사선이 방출되는 것을 감지하는 기능을 갖추어야 하며, 이 기능은 연동장치와 연동되어야 한다.
7. 컴퓨터에 탑재한 소프트웨어나 PLC(Programmable Logic Controller)에 입력한 정보 등을 통하여 방사선기기의 가동을 제어하는 경우에는 프로그램 충돌 등에 의한 제어상실 가능성에 대비하여 예방대책 및 복구절차를 강구하여야 한다.

방사선방출 제어장치 개요

- **(정의)** 방사선 방출 특성을 직접 제어 및 감지하는 장치를 의미함.
  ※ 방출 특성: 방사선원의 위치, 셔터 개폐, 필터, 관전압, 관전류, 전력, 조사면적, 조사시간 등
- **(목적)** 설계된 범위 이내에서 방사선 방출 특성을 제어함으로써 비정상적인 제어 상황이 발생하는 것을 사전에 방지하기 위함이며, 이를 위해 방사선 방출 제어장치 설계에 필요한 사항(비상안전기능, 상태 표시, 예방대책 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 제어패널, 제어 PC의 소프트웨어, 터치 판넬, 건 타입 기기 트리거 등

» 해설

방사선기기는 제어장치를 이용하여 방사선 방출 특성을 제어하고 감지할 수 있습니다. 설계승인고시 제11조(방사선방출 제어장치)에서는 비정상적인 제어 상황 발생을 사전에 방지하기 위한 설계 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항의 규제적용 관점을 설명하였습니다.

1) 제어장치 (고시 제1호 및 제7호)

가. 고시 내용

1. 방사선 방출이 정상적임을 감지하는 장치와 방사선방출을 직접 제한하는 장치는 기능이 정상적임을 보증할 수 있도록 비상안전기능을 갖추어야 한다.
7. 컴퓨터에 탑재한 소프트웨어나 PLC(Programmable Logic Controller)에 입력한 정보 등을 통하여 방사선기기의 가동을 제어하는 경우에는 프로그램 충돌 등에 의한 제어상실 가능성에 대비하여 예방대책 및 복구절차를 강구하여야 한다.

※ 제2호 내지 제6호에 따른 제어 방식에 대해서는 추가 해설 없음

나. 고시 설명

- 방사선기기에는 기기 작동을 위한 다양한 제어장치와 감지장치가 설치될 수 있다. **방사선 방출을 직접 제한하는 장치와 방사선 방출이 정상적임을 감지**(시각적 또는 청각적)하는 장치는 방사선 안전성과 직접 연관이 있음에 따라 비상안전기능을 갖추어야 한다.
  ※ 비상안전기능 : 본 해설서 Ⅰ.4장 "1) 비상안전기능" 참조
- **(예방대책 및 복구절차**[제7호 관련]) 방사선기기를 소프트웨어 또는 PLC 등의 자동시스템 방식으로 제어하는 경우에는 비상 상황 발생 시 외부에서 물리적으로 조치할 수 있는 수단이 마련되어 있지 않다. 이에, 사전에 프로그램 충돌 등으로 인한 제어상실에 대비하여 예방대책 및 복구절차를 마련해야 한다.

다. 적용

- 설계승인고시 제11조 제2호 내지 제7호에서 설명하는 바와 같이 방사선기기 제어 방식을 규정하고, 제어장치 내 제어 가능 항목과 정상적임을 감지하는 기능을 설명해야 한다.
  - 장치 내 실제 제어화면을 이용해 제어 항목(관전압, 관전류, 전력, 조사면적, 조사시간 등), 제어 범위, 방사선 방출 상태 표시 등 설명

- 설계도면 등을 활용하여 제어장치의 위치, 연결방식(LAN, 이더넷 등), 기기와 제어장치 간 연결 (신호)가능 길이 등을 설명
- 필요시 제어 항목의 기계적 및 전기적 작동원리와 작동방식을 절차화 또는 도식화

● 제어장치의 제어기능을 상실하였을 때, **방사선방출을 중단**하도록 하거나, **본래 기능을 지속적으로 유지**하도록 설계하여야 한다.

- **(비상안전기능)**
  · 방사선방출의 제어가 불가능한 경우(방사선방출, 선원이동, 셔터등 제어 불가, 제어 프로그램 꺼짐 등), 방사선 방출을 차단
  · 또는 2종류 이상의 방사성방출 제어장치에서 방사선 방출을 독립적으로 제어할 수 있는 경우, 1종류가 제어장치가 제어를 상실하여도 다른 1개 종류의 제어장치를 통하여 방사선 방출을 제어할 수 있다면 비상안전기능을 갖춘 것으로 간주
  ※ 이 경우, 소프트웨어 내 제어불량 알림기능을 갖추어야 합니다.

- **(프로그램을 통한 제어시 예방대책)** 방사선방출 제어장치의 In line 모니터링 장비와 Heartbeat 패킷 교신하여 비정상적인 프로그램을 정상적으로 복구할 수 있는 기능(Bypass Circuit)을 갖추거나 방사선방출을 차단하도록 설계

● 소프트웨어의 제어충돌로 인해 방사선방출이 중단되었다면, 중단 근본 원인 파악 및 조치를 위해 단순한 복구 또는 조정에 의하여 방사선방출이 재개되지 않도록 설정하고, 조치 후 제어프로그램의 초기화 과정을 거쳐 정상 작동이 가능해야 한다.

※ 작동 복구 : 본 해설서 Ⅰ.4장 "3) 작동복구)" 참조

6 경고체계

설계승인고시 제12조(경고체계)

1. 예상되는 방사선기기의 사용 환경에서 방사선이 방출되고 있음을 쉽게 확인할 수 있어야 하며, 다른 표시와 혼동되거나 중복되지 않도록 하여야 한다.
2. 방사선방출을 경고하기 위한 시각적인 장치는 적색을 이용하여야 하며, 방사선기기 주위의 모든 종사자 및 일반인이 쉽게 식별할 수 있는 위치에 충분한 수량을 설치하여야 한다.
3. 최소한 1개의 방사선방출 경고장치는 비상안전기능을 갖추어야 한다.
4. 방사선기기로부터 1미터 위치에서의 피폭방사선량이 시간당 5시버트(Sv)를 초과하는 경우에는 시각적 경고장치와 함께 연동장치에 연동된 청각적 경고 장치를 함께 설치하여야 한다. 이 경우 청각적 경고 장치는 방사선방출 직전까지 최소한 20초 이상 작동되어야 한다.

경고장치 개요

- **(정의)** 방사선 방출을 감지하여 시각적 또는 청각적으로 경고할 수 있도록 각 장치들이 상호 연계된 시스템을 의미함.
- **(목적)** 방사선이 방출 중임을 경고함으로써 방사선기기 주변 인원이 위험성을 인지하고 주의하게 하기 위함이며, 이를 위해 경고체계 설계에 필요한 사항(인식 용이성, 비상안전기능 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 경고등, 셔터 개폐 알림등 또는 레버 알림 표지, 부저, 소프트웨어 알림 표시 등

» 해설

방사선기기에는 방사선 방출 중임을 주변 사람들이 인지하여 주의할 수 있도록 경고장치를 설치해야 합니다. 설계승인고시 제12조(경고체계)에서는 경고체계 설계에 필요한 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항을 1)**인식 용이성**, 2)**비상안전기능**으로 구분하여 설명하였습니다.

1) 인식 용이성 (고시 제1호, 제2호 및 제4호)

가. 고시 내용

1. 예상되는 방사선기기의 사용 환경에서 방사선이 방출되고 있음을 쉽게 확인할 수 있어야 하며, 다른 표시와 혼동되거나 중복되지 않도록 하여야 한다.
2. 방사선방출을 경고하기 위한 시각적인 장치는 적색을 이용하여야 하며, 방사선기기 주위의 모든 종사자 및 일반인이 쉽게 식별할 수 있는 위치에 충분한 수량을 설치하여야 한다.

※ 제4호에 대해서는 추가 해설 없음

나. 고시 설명

- 방사선기기 주변에 체류하는 인원이 방사선이 방출 중임을 쉽게 확인할 수 있도록 눈에 띄는 위치에 경고등을 설치해야 하며, 기기의 크기가 크거나 사용 목적 등을 고려하여, 필요한 경우 다수의 경고장치를 설치할 것을 권고한다.
- 또한, 산업 현장 등의 공간에서는 방사선기기에 방사선 방출과 관련 없는 다른 상태 표시등이 설치되는 경우가 있음에 따라, 방사선방출 경고장치의 시각적·청각적 장치는 다른 장비의 경고장치와 혼동되거나 중복되지 않도록 설계해야 한다.
- 방사선방출을 경고하기 위한 시각적 장치는 반드시 적색으로 표시하고, 경고장치는 방사선이 방출되는 동안 지속적으로 작동되어야 한다.

다. 적용

- 방사선기기의 사용 형태(체류 형태)와 기기의 특성을 고려하여 경고장치의 크기, 위치, 수량 등을 고려하여 설계해야 한다.
  - 산업안전보건법에 따라 방사선기기에 별도의 기기 상태 표시등을 설치할 경우, 해당 상태 표시등이 원자력안전법 경고체계와 혼동되지 않도록 별도의 라벨링이 필요.
- 경고장치가 작동되는 시점은 기기마다 다소 상이할 수 있으나, 일반적으로 아래와 같은 상태가 될

경우 경고등이 점등되거나 경고음이 발생되도록 설정할 수 있다.

- 방사선발생장치: 고전압이 인가되어 방사선이 방출되거나, 셔터가 개방될 경우 등
- 방사성동위원소 내장기기: 셔터가 개방될 경우 등

● 방사선기기의 크기가 크거나 제어장치와 방사선 방출부가 이격되어 있는 등의 사용 형태에 따라 적합한 위치에 충분한 수량의 경고장치가 설치되어야 한다.

2) 비상안전기능 (고시 제3호)

가. 고시 내용

3. 최소한 1개의 방사선방출 경고장치는 비상안전기능을 갖추어야 한다.

나. 고시 설명

● 경고장치는 방사선기기의 안전성과 직접 연관된 요소임에 따라 기능이 상실될 경우에 대비하여 비상안전기능을 갖추어야 한다.

※ 비상안전기능 : 본 해설서 Ⅰ.4장 "1) 비상안전기능" 참조

다. 적용

● 경고장치의 비상안전기능은 아래 항목 중 하나 이상을 만족해야 한다.

예시)

- 경고등 단락 시 방사선 방출이 중단되도록 설계
- 경고등이 2개 이상인 경우, 각 경고등이 독립적(병렬)으로 연결되어 있어 경고등 1개가 단락되어도 나머지 1개의 경고등을 통해 방사선 방출을 인지할 수 있도록 설계
- 경고등 단락 시 사용자가 이를 즉시 인지할 수 있도록 알림기능(소프트웨어 안내 메시지, 알림음 등)이 탑재되도록 설계

※ 단, 사용자가 경고등 단락을 즉시 인지할 수 있는 수준으로 설계되어야 하며, 인지 후 조치절차(방사선 방출 중단)가 적합하게 마련되어 있어야 함

7 선원용기

설계승인고시 제13조(선원용기)

1. 선원용기의 내구성은 ISO 2919:1999(E)에 규정된 밀봉된 방사성동위원소의 이용목적별 기준에 부합하거나, 이에 부합하는 밀봉된 방사성동위원소를 내장하여야 한다.
2. 선원용기의 밀봉성은 ISO 9978:1992(E)에 규정된 시험방법별 기준에 부합하거나, 이에 부합하는 밀봉된 방사성동위원소를 내장하여야 한다.
3. 선원용기는 화재·폭발 및 부식 가능성에 대하여 적절히 대처할 수 있는 성능을 갖추어야 한다.
4. 선원용기는 진동이나 충격 등에 의하여 기기로부터 쉽게 탈락하지 않도록 고정되어야 한다.
5. 선원용기는 이에 내장될 수 있는 방사성동위원소의 물리적, 화학적 제한조건 및 최대 적재수량을 고려하여 설계하여야 하며, 이와 같은 내용을 용기에 명시하여야 한다.
6. 방사선기기의 사용목적 및 작동원리상 제1호의 기준을 적용할 수 없는 경우에는 방사선기기를 제작하고자 하는 자가 해당 방사선기기의 사용·저장 및 운반 등 예상 가능한 취급 조건을 전제기준으로 하여 충분한 검증시험을 한 결과가 유사사례와 비교하여 안전성 확보가 객관적으로 인정되는 경우에는, 이를 인정할 수 있다.

선원용기 개요

- **(정의)** 방사성동위원소가 누출되지 않도록 밀봉성을 유지하는 용기를 의미함.
- **(목적)** 밀봉 용기의 파손으로 인해 방사성동위원소가 누설되는 것을 방지하기 위함이며, 이를 위해 선원용기 설계에 필요한 사항(내구성, 밀봉성 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 밀봉 방사성동위원소, 삼중수소 유리관 등

» 해설

방사성동위원소를 내장하는 기기에는 방사성동위원소의 누출을 방지하기 위한 선원용기가 필요합니다. 설계승인고시 제13조(선원용기)에서는 선원용기 설계에 필요한 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서 해당 고시 조항을 1)**내구성**, 2)**밀봉성**으로 구분하여 설명하였습니다.

1) 내구성 (고시 제1호, 제3호, 제4호, 제5호 및 제6호)

가. 고시 내용

1. 선원용기의 내구성은 ISO 2919:1999(E)에 규정된 밀봉된 방사성동위원소의 이용목적별 기준에 부합하거나, 이에 부합하는 밀봉된 방사성동위원소를 내장하여야 한다.
3. 선원용기는 화재·폭발 및 부식 가능성에 대하여 적절히 대처할 수 있는 성능을 갖추어야 한다.
5. 선원용기는 이에 내장될 수 있는 방사성동위원소의 물리적, 화학적 제한조건 및 최대 적재수량을 고려하여 설계하여야 하며, 이와 같은 내용을 용기에 명시하여야 한다.

※ 제4호, 제6호에 대해서는 추가 해설 없음

나. 고시 설명

- 선원용기는 온도, 외압, 충격, 진동과 천공에 대한 시험을 진행하여 내구성 등급을 부여합니다. ISO 2919:1999(E)에서는 밀봉된 RI의 이용 목적별로 내구성 등급 기준을 제시하고 있으며, 해당 기준을 만족해야 한다.
  - 길고 가느다란 선원의 경우 굽힘 시험이 요구되며 선원의 길이와 바깥 캡슐 최소 지름의 비율에 따라 굽힘 시험 요건이 다름.
- 화재·폭발·부식에 따른 방사독성에 대해서, ISO 2919:1999(E)에서는 방사성핵종 별로 침출성과 비침출성으로 구분하여 특정 방사능 준위를 초과하는 경우에 고려하도록 하고 있다.

※ 밀봉 RI에 대해 6자리로 구성된 선원등급 분류에서, 맨 앞 문자 C 또는 E로 표기된 것이 방사능 준위 초과 여부를 나타냅니다. C인 경우 규정된 방사능 준위를 초과하지 않은 것을 나타내며 E인 경우 규정된 방사능 준위를 초과한 경우.

다. 적용

- 용도에 따른 선원용기의 등급은 ISO 2919 또는 「방사성동위원소등의 생산에 관한 기준」별표 1에 제시되어 있으며, 내장하려는 밀봉 방사성동위원소가 용도에 적합한 등급을 부여받았는지 확인하거나, 검사를 수행해야 한다.

- 방사능 준위가 일정 값(ISO 2919 표3)을 초과하는 경우 성능시험 등급 6자리 중 맨 앞 알파벳을 확인하여 분류가 적합하게 이루어졌는지 확인해야 한다.
- 제5호 요건은 국내 생산 선원의 경우, 「방사성동위원소등의 생산에 관한 기준」제10조(설계관리)에 따라 확인하고 있으며, 수입 선원은 제작사의 품질보증 입증자료로 대체 할 수 있다. 다만, 물리·화학적 제한 조건 및 최대 적재수량은 선원용기 또는 선원홀더에 명시하여야 한다.

2) 밀봉성 (고시 제2호)

가. 고시 내용

2. 선원용기의 밀봉성은 ISO 9978:1992(E)에 규정된 시험방법별 기준에 부합하거나, 이에 부합하는 밀봉된 방사성동위원소를 내장하여야 한다.

나. 고시 설명

- ISO 9978:1992(E)에 규정된 시험은, ISO 2919에 따라 밀봉 방사성동위원소의 분류등급을 결정하기 위한 필수 시험이다. ISO 2919의 내구성 시험(온도, 외압, 충격, 진동과 천공)을 완료한 뒤, ISO 9978에 따르는 누설시험을 완료해야 내구성 등급이 부여됨에 따라, 내구성 시험결과가 명시된 선원 증명서(Certificate)를 통해 밀봉성 기준을 만족 여부를 확인하고 있다.
- ISO 2919에 따른 내구성 시험을 직접 수행하는 경우에는, 각 시험 후 ISO 9978에 따르는 누설시험을 수행하여야 하며, 시험 결과 기준값을 만족함을 입증해야 한다.

8 식별체계

고시 제14조(식별체계)

1. 방사선기기 또는 선원용기의 외부에 방사능표지를 부착하거나 색인 등의 조치를 하여 방사선을 방출하고 있거나 방출할 수 있음을 누구나 쉽게 인지할 수 있어야 한다.
2. 방사성동위원소를 내장하고 있는 방사선기기에는 방사능표지, 방사선원의 종류, 방사능량, 모델번호, 제작번호, 기기공급사, 및 설계승인번호를 표시하여야 한다.
3. 방사선발생장치에는 방사능표지, 가속입자의 최대 빔에너지(엑스선발생장치인 경우에는 최대 관전압), 가속입자의 최대 빔전류(엑스선발생장치인 경우에는 최대 관전류), 모델번호, 제작번호, 기기 공급사 및 설계승인번호를 표시하여야 한다.
4. 중성자를 방출하는 방사선기기는 방출되는 중선자속을 별도로 표시하여야 한다.
5. 우라늄을 차폐 재료로 사용하고 있는 방사선기기는 이와 같은 내용을 방사선기기의 외부에 표시하여야 한다.
6. 부적절한 설치, 조립 또는 연동장치 및 차폐물 제거행위 등을 방지하기 위한 표지 또는 표시를 부착하여야 한다.
7. 각종 경고기능은 명확한 의미를 확인할 수 있어야 한다.
8. 모든 식별체계는 한글로 표기하고, 해당 방사선기기의 수명기간동안 식별이 가능하여야 하며, 자연적인 제거가 쉽지 않아야 한다.

선원용기 개요

- **(정의)** 방사선기기 정보를 식별할 수 있는 표지를 의미함.
- **(목적)** 방사선기기에 부착된 식별표지, 주의사항 표지를 통해 사용 전 위험성을 인지하고 주의하게 하기 위함이며, 이를 위해 식별체계 설계에 필요한 사항(정보 제공, 주의사항 제공, 내구성 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(종류)** 알루미늄 또는 철 재질의 식별표지판, 폴리에틸렌 재질의 스티커 등

» 해설

방사선기기에는 기기에 대한 정보를 나타내는 표지를 부착하여, 누구나 해당 방사선기기에 대한 정보를 인식하고 취급 시 주의할 수 있도록 하여야 합니다. 설계승인고시 제14조(식별체계)에서는 식별체계 제작시 고려할 사항을 정의하고 있으며, 본 장에서는 해당 고시 조항을 1)**정보제공**, 2)**내구성**으로 구분하여 설명하였습니다.

1) 정보 제공 (고시 제1호에서 제6호)

가. 고시 내용

1. 방사선기기 또는 선원용기의 외부에 방사능표지를 부착하거나 색인 등의 조치를 하여 방사선을 방출하고 있거나 방출할 수 있음을 누구나 쉽게 인지할 수 있어야 한다.
2. 방사성동위원소를 내장하고 있는 방사선기기에는 방사능표지, 방사선원의 종류, 방사능량, 모델번호, 제작번호, 기기공급사, 및 설계승인번호를 표시하여야 한다.
3. 방사선발생장치에는 방사능표지, 가속입자의 최대 빔에너지(엑스선발생장치인 경우에는 최대 관전압), 가속입자의 최대 빔전류(엑스선발생장치인 경우에는 최대 관전류), 모델번호, 제작번호, 기기 공급사 및 설계승인번호를 표시하여야 한다.
4. 중성자를 방출하는 방사선기기는 방출되는 중선자속을 별도로 표시하여야 한다.
5. 우라늄을 차폐 재료로 사용하고 있는 방사선기기는 이와 같은 내용을 방사선기기의 외부에 표시하여야 한다.
6. 부적절한 설치, 조립 또는 연동장치 및 차폐물 제거행위 등을 방지하기 위한 표지 또는 표시를 부착하여야 한다.

※ 제7호에 대해서는 추가 해설 없음

나. 고시 설명

- 방사선기기에 접근 가능성이 있는 사람이라면 누구나 쉽게 인지할 수 있는 크기와 위치에 방사능 표지를 부착하여, 해당 방사선기기에서 방사선이 방출됨을 알려야 한다.
- 사용자가 방사선기기를 사용하면서 문제 발생시 조치할 수 있도록 기기의 모델명, 제작번호, 공급사 및 설계승인번호 등의 내용을 제공하여야 한다.
- 방사선기기 사용방법, 사용 주의사항 또는 경고사항 등의 내용을 제공하여야 한다.

※「방사선 안전관리자 등의 기술기준에 관한 규칙 제61조제4항제3호 및 제63조제3항제3호」참고

다. 적용

● 방사선기기의 특성 및 사용형태, 체류형태 등을 고려하여 방사능 표지, 선원별 특성 정보, 공급사 및 방사선기기 정보를 식별체계 내에 기재하고 방사선기기 외부 인지하기 쉬운 위치에 표지해야 한다.
- 식별체계에 기재되어야 하는 정보는 고시 제2호 및 제3호 참고

예시) 사용형태 및 체류형태에 따른 식별체계 부착 위치
- 방사선 방출부와 제어부가 분리된 경우에는, 2지점 모두에 식별체계 부착
- 보조운반 장치(휴대 케이스)가 필요한 휴대개방형 방사선기기는, 보조운반 장치에도 방사능표지를 부착하여 방사선기기를 보관 중임을 인지할 수 있도록 하여야 함

● 방사선기기의 설계·구조, 사용 특성 등을 고려하여 방사선 피폭을 저감하기 위한 방사선기기 사용방법, 경고사항 등을 주의사항에 추가하여 기재 및 표지할 것을 권고한다.

예시 1) 우라늄을 차폐 재료로 사용하고 있는 방사선기기(감마선 조사기)
- 차폐 재료로 사용되는 우라늄은 감손우라늄으로서 핵연료물질에 해당하므로 임의로 우라늄을 추출하여 사용하거나, 폐기하여서는 안됨

작성 예: Depleted Uranium 34 lb 15 kg

예시 2) 개방형 방사선기기(휴대형 폭발물 탐지, 성분분석기 등)
- 개방형 방사선기기는 사용허가를 득하여야 하므로 방사선 취급에 대하여 심사와 검사를 통해 규제 및 관리를 받고 있음
- 다만, 원자력안전법 시행규칙 제65조 및 제66조에 따라 사용신고를 필하여야 하는 방사선기기는 취급에 대한 규제 및 관리가 어려우므로 사용방법 등 주의사항을 직관적으로 작성하여 사용자가 스스로 피폭을 저감할 수 있도록 하여야 함

작성 예: 방사선차폐체 사용방법, 선량한도를 초과하지 않도록 하는 방사선작업종사자 또는 일반인 접근 거리

2) 내구성 (고시 제8호)

가. 고시 내용

8. 모든 식별체계는 한글로 표기하고, 해당 방사선기기의 수명기간동안 식별이 가능하여야 하며, 자연적인 제거가 쉽지 않아야 한다.

나. 고시 설명

- 작성하는 모든 정보는 누구나 이해할 수 있도록 한글로 기재하고, 기재하는 표지의 재료, 부착 방식 및 기재 방식은 시간의 흐름, 자연적인 접촉 등에 의해 손상되기 어려운 것을 선택하여야 한다.
  - 폴리에틸렌(PE) 등의 재질에 팬으로 정보를 기재할 경우, 승인 불가
  - 풀 등 접착력이 떨어지는 제품으로 부착할 경우, 승인 불가

2 구조기준 해설

개 요

› 방사선기기의 구조기준은 설계승인고시에서 규정하고 있으며 완전방호형, 캐비닛형, 무인격리형, 휴대개방형으로 분류되고 있습니다. 구조를 분류하는 기준은 방사선기기 방사선의 자체차폐 유무, 사용 중 사용자의 체류형태와 사용형태, 기기의 외부 방사선량률 등이 있습니다.

› 방사선기기의 구조는 크게 자체차폐 형태와 개방 형태 두 가지로 분류할 수 있습니다. 방사선을 방출하는 공간이 구조물에 의해 격리되어 있는 경우에는 자체차폐 형태로서 완전방호형과 캐비닛형 구조가 이에 해당됩니다. 이 중 완전방호형은 방사선 방출 공간이 완전히 밀폐되어 있으며, 캐비닛형은 설계목적에 따라 완전 밀폐 또는 부분개방 구조로 구분될 수 있습니다. 반면, 방사선 방출 공간이 외부로 노출되어 있는 경우에는 개방 형태로서 무인격리형과 휴대개방형으로 분류됩니다.

› 그리고 동일한 형태의 방사선기기여도 방사선원의 특성, 차폐체(격리구조물, 콜리메타, 셔터 등)의 사양, 설계목적 등에 의하여 방사선기기의 피폭 위험성이 다양하게 나타날 수 있습니다. 이에 따라, 방사선기기의 구조는 안전수준을 고려한 방사선량률 기준을 각각 규정하고 있습니다. 피폭 위험성과 관련한 구조기준 분류의 한가지 예를 들면, 동일한 자체차폐 형태라고 하더라도 선원이 50 kV를 초과하거나 표면방사선량률이 1 μSv/h를 초과한다면 완전방호형 구조가 아닌 캐비닛형 구조로 구분됩니다. 또한, 50 kV를 초과하지 않고 표면방사선량률이 1 μSv/h 이하라고 하더라도 설계 목적에 따라 격리구조물에 틈(부분 개방)이 있다면, 완전방호형 구조가 아닌 캐비닛형 구조로 구분됩니다.

› 구조기준은 방사선기기 사용자의 체류 형태와 사용 형태에 따라 분류되기도 합니다. 자체차폐 형태(완전방호형, 캐비닛형)는 피폭 위험성이 낮으므로 개방 형태보다 안전성 측면에서 완화되어 사용할 수 있습니다. 사용자의 사용, 체류형태는 방사선기기의 설계목적에 따라 결정되며, 자체차폐 형태는 대부분이 기기에 부착된 제어패널 또는 제어 PC를 이용하여 근접한 상태에서 기기를 제어할 수 있습니다. 반면, 개방 형태는 자체차폐 형태보다 피폭 위험성이 높으므로 보수적인 사용 및 체류형태를 갖습니다. 무인격리형은 설계목적 상 사용시설에 고정부착되어 주변에 사람이 항시 체류하지 않고 자동화 설비에 연동되어 항시 가동되거나, 차폐시설 외부에서 원격으로 제어할 수 있습니다. 휴대개방형은 휴대가 용이하여 기기를 들고 이동하며 직접 사용하거나, 피폭 위험성이 높은 경우에는 사용 시 원격으로 제어할 수 있도록 설계됩니다. 즉, 무인격리형은 방사선기기에 접근하여 체류하지 않으나, 휴대개방형은 말 그대로 휴대하여 사용할 수도 있고 원거리에서 사용할 수도 있습니다. 체류 형태 및 사용 형태와 관련한 구조기준 분류의 한가

지 예를 들면, 방사선기기의 무게가 일반적인 사람이 들기에 너무 무거워 휴대할 수 있는 형태(근접 체류)가 아니라면 무인격리형 구조로 구분됩니다.

› 위와 같이 구조기준은 여러 가지 기준에 의해 명확히 구분됩니다. 네 가지 구조기준을 차폐 형태, 개방 형태, 사용 형태, 체류 형태 및 방사선량률로 구분하여 그 특성을 표 1에 요약하였으며, 해당 표와 구조기준을 토대로 그림 24와 같은 구조기준을 결정할 수 있도록 흐름도를 나타내었습니다.

› 그리고 다음 장에서는 지금까지 설명한 각 구조 기준의 세부기준과 개요 및 특성을 자체차폐형인 완전방호형과 캐비닛형, 개방형인 무인격리형과 휴대개방형을 비교하여 설명하여 구조기준의 이해를 돕고자 하였습니다.

【 표 1. 방사선기기 구조기준별 특성 】

차폐 형태	구조기준	개방 형태	사용형태	체류 형태	방사선량률
자체차폐형	완전방호형	자체차폐 (밀폐)	근접 사용	유인/무인	1 μSv/h 이하 [표면]
	캐비닛형	자체차폐 (밀폐/부분 개방)	근접 사용	유인/무인	10 μSv/h 이하 [표면]
개방형	무인격리형	개방 (사용 시)	원격 사용 (시설 격리)	무인	2 mSv/h 이하 [표면] (RI 내장기기 방사선 차단)
	휴대개방형	개방 (사용 시)	근접/원격 사용 (휴대)	유인/무인	2 mSv/h 이하 [표면] 0.02 mSv/h 이하 [1 m 이격] (RI 내장기기 방사선 차단)

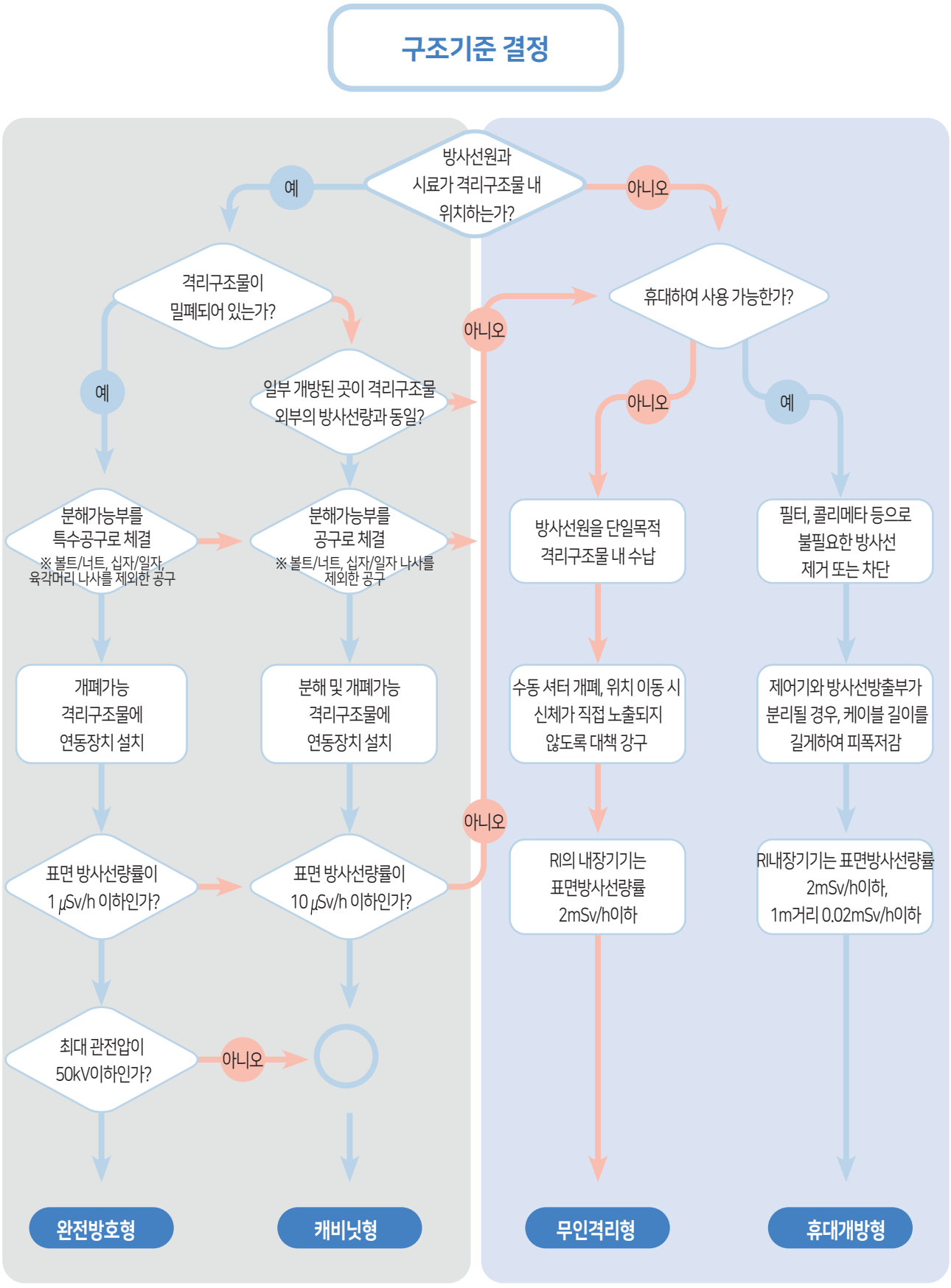


그림 24. 방사선기기 구조기준 결정 흐름도

① 자체차폐형 (완전방호형 및 캐비닛형)

고시 제16조(완전방호형)

1. 방사선원과 피사체 또는 시료는 정상적인 사용조건에서 고유 안전성이 항상 유지되는 고정 부착된 격리 구조물로 밀폐되어, 방사선방출 중에는 신체의 일부가 격리 구조물 내에 직접 접촉할 수 없도록 하여야 한다.
2. 특수공구를 이용하지 않는 한 방사선기기의 분해가 가능하지 않아야 한다.
3. 개폐가 가능한 모든 격리 구조물이 정상적인 위치에 있지 않은 경우에는 방사선기기가 작동하지 않도록 하여야 한다.
4. 단순히 방사선기기를 고정하는 부분이외에는 방사선기기의 안전성 확보를 위한 별도의 장치가 필요하지 않아야 한다.
5. 방사선기기의 외부에 형성되는 방사선장에 의한 피폭방사선량이 최대가 되는 가동조건에서 모든 접촉부위의 표면방사선량은 시간당 1마이크로시버트(μSv)를 초과하지 않아야 한다.
6. 방사선발생장치의 경우 가속관의 최대전압이 50킬로볼트(kV) 이하이어야 한다.

고시 제17조(캐비닛형)

1. 방사선원과 최소한 피사체 또는 시료의 조사되는 부분은 정상적인 사용 조건에서 고유 안전성이 항상 유지되는 고정 부착된 격리 구조물 내에 위치하여야 한다.
2. 방사선방출 중에는 신체의 일부가 격리 구조물 내에 직접 접촉할 수 없거나, 만약 접촉 가능하더라도 접촉하는 곳의 피폭방사선량이 격리구조물 외부의 방사선량과 동일한 수준이거나 방사선 빔에 직접 노출되지 않도록 하여야 한다.
3. 공구를 이용한 분해 또는 개폐가 가능한 모든 격리 구조물이 정상적인 위치에 있지 않은 한 방사선기기가 작동하지 않도록 하여야 한다.
4. 단순히 방사선기기를 고정하는 부분이외에는 방사선기기의 안전성 확보를 위한 별도의 장치가 필요하지 않아야 한다.
5. 방사선기기의 외부에 형성되는 방사선장에 의한 피폭방사선량이 최대가 되는 가동 조건에서 모든 접촉 부위의 표면방사선량은 시간당 10마이크로시버트(μSv)를 초과하지 않아야 한다.

자체차폐형 구조기준 개요

- **(정의)** 자체 차폐된 형태로서 방사선 방출 중 기기 외부로 방사선이 누설되지 않는 구조를 의미
- **(목적)** 별도의 안전조치 없이도 항시 안전성이 확보될 수 있도록 구조적 설계에 필요한 사항(격리구조, 방사선량률, 성능 등)을 정하는 것을 목적
- **(구분)** 완전방호형(면제 또는 신고) 및 캐비닛형(신고 또는 허가)
- **(종류)** 완전방호형: 릴 카운터, 엑스선 형광분석 또는 회절분석 장비 등
  캐비닛형: 수화물 검색기, 제품결함검사, 식품 이물질검사 장비 등

» 해설

완전방호형과 캐비닛형 구조는 공통적으로 자체차폐된 격리구조물 내에 있으나, 완전방호형은 안전수준을 고려하여 추가 요건들이 있습니다. 이 장에서는 캐비닛형과 완전방호형의 기준을 확인하고 각 기준을 **격리구조**, **분해불가 조치**, **방사선량률** 및 **성능**으로 항목을 나누어 공통 요건과 추가 요건을 알아보도록 하겠습니다.

※ 각 기준 4호의 경우, 방사선기기 고정부(지지대)를 제외하고 안전관련품목이 설계기준을 만족하다면 기준을 만족한 것으로 판단

1) 격리구조

가. 고시 내용

캐비닛형

1. 방사선원과 최소한 피사체 또는 시료의 조사되는 부분은 정상적인 사용 조건에서 고유 안전성이 항상 유지되는 고정 부착된 **격리구조물** 내에 위치하여야 한다.
2. 방사선방출 중에는 신체의 일부가 격리구조물 내에 직접 접촉할 수 없거나, 만약 접촉 가능하더라도 접촉하는 곳의 피폭방사선량이 격리구조물 외부의 방사선량과 동일한 수준이거나 방사선 빔에 직접 노출되지 않도록 하여야 한다.

완전방호형

1. 방사선원과 피사체 또는 시료는 정상적인 사용조건에서 고유 안전성이 항상 유지되는 고정 부착된 **격리구조물**로 밀폐되어, 방사선방출 중에는 신체의 일부가 격리 구조물 내에 직접 접촉할 수 없도록 하여야 한다.

나. 고시 설명

- 격리구조물은 방사선원, 방사선이 조사되는 공간 및 피사체가 방사선차폐체 내에 위치하여 사용자가 방사선에 직접 접촉할 수 없도록 방사선 방출 공간을 외부와 차단하는 물리적 수단으로서, 방사선 차폐 또는 방사선원의 접촉을 제한하는 기능을 포함한다.
- 자체차폐형은 격리구조물을 통해 정상적인 사용조건에서 외부로 누설되는 방사선을 기준 이하로 유지할 수 있도록 탈·부착 또는 개·폐가 불가하도록 하거나, 가능하더라도 연동장치를 장착하는 등의 방법으로 고유안전성을 유지해야 한다.

다. 격리구조물의 종류

① 완전 밀폐 (완전방호형, 캐비닛형)

- 밀폐된 구조는 격리구조물을 완벽하게 폐쇄하는 것을 의미하며, 어떠한 틈도 허용하지 않는다. 즉, 방사선이 조사되는 공간과 연결된 미세한 틈이 있고, 해당 틈새가 매우 작아 신체의 일부가 유입되지 않는 구조더라도 폐쇄된 것으로 인정되지 않는다. 완전 밀폐는 캐비닛형과 완전방호형에 모두 적용될 수 있는 요건이다.

② 부분 개방 (캐비닛형)

- 방사선원, 방사선이 조사되는 공간 및 피사체가 격리구조물인 방사선 차폐체에 의해 둘러싸여 있지만, 방사선기기의 사용목적에 따라 부분적으로 틈을 허용하여 외부와 이어지는 공간이 있을 수 있다. 해당 공간으로 신체의 일부가 유입되어 방사선에 직접 노출되어서는 안되며, 방사선기기 외부의 방사선장과 비슷한 수준으로 유지하여야 한다. 부분 개방 격리구조물의 요건은 캐비닛형의 요건이고 완전방호형은 허용되지 않는다.

라. 격리구조물의 적용

① 완전 밀폐 (완전방호형, 캐비닛형)

- 방사선 방출 공간을 항시 밀폐할 필요 없이 방사선이 방출되지 않을 때는 개방할 수 있으나, 방사선 방출 중에는 반드시 밀폐된 상태를 유지할 수 있어야 한다. 또한, 밀폐된 형태를 강제로 개방할 경우에는 방사선 방출이 즉시 중단(또는 차단)되도록 설계되어야 한다.
- 설계기준을 만족하기 위해서는 방사선기기의 방출 공간에 대해 밀폐 구조를 형성하는 원리와 절차를 구조적 관점에서 입증해야 한다. 또한, 밀폐된 공간이 개방될 경우에는 방사선 방출이 차단되도록 설계되었음을 기계적, 전자적 관점에서 입증해야 한다.
- 방사선기기가 밀폐구조로 설계되는 원리는 사용목적에 따라 다양할 수 있으나, 일반적으로 셔터와 도어를 활용한다. 도어와 셔터의 설계에 따른 폐쇄 원리는 다음과 같다.

예시)

- 도어만 있는 경우

· 도어가 닫힌 상태에서만 방사선 방출

· 방사선 방출 중 잠금장치가 활성화되어 도어 개방 불가

· 도어를 강제로 개방 시 연동장치가 작동하여 방사선 방출 중단(고전압 전원 차단)

- 도어와 셔터가 있는 경우

· 도어가 닫힌 상태에서 셔터를 개방하여 방사선 방출

· 도어 개방 시 셔터가 폐쇄되어 방사선 방출 차단(도어와 셔터가 반대로 개폐되도록 연동)

· 도어와 셔터 모두 개방 시 방사선 방출 중단(고전압 전원 차단)

※ 도어 이외 커버는 임의 분리할 수 없도록 조치

② 부분 개방 (캐비닛형)

- 방사선 방출 공간이 부분적으로 개방되어 있으나, 신체 부위가 방사선 방출 중 방출 공간으로 접근할 경우 기계적·전자적으로 연동하여 방사선 방출이 즉시 중단(또는 차단)되도록 설계하거나, 물리적으로 쉽게 접근할 수 없도록 설계되어야 한다.
  · 기계적·전자적 장치 : 손 감지센서, 터널 셔터 도어 구동 등
  · 물리적 제한 : 미로구조 설계 등
- 부분 개방 부위는 사용목적에 따라 다양하며, 대표적으로 수화물 검색 장치의 검사물 투입·배출구가 이에 해당한다.
- 또한, 부분 개방 부위에서 누설되는 선량에 의한 피폭을 최소화하기 위해 납커튼 등을 설치하여, 개방 부위에서의 방사선량이 격리구조물 외부의 방사선량과 동일한 수준이 되도록 설계되어야 한다.

그림 25. 터널 납커튼 예시

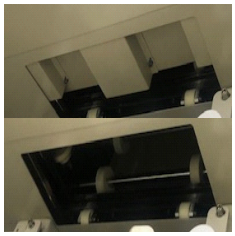


그림 26. 검사체 터널 셔터 도어 구동

그림 27. 손 감지센서

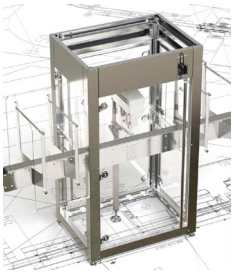


그림 28. 방사선원 접촉 제한

2) 격리구조물 안전성 확보

가. 고시 내용

완전방호형

2. 특수공구를 이용하지 않는 한 방사선기기의 분해가 가능하지 않아야 한다.
3. 개폐가 가능한 모든 격리구조물이 정상적인 위치에 있지 않은 경우에는 방사선기기가 작동하지 않도록 하여야 한다.

캐비닛형

3. 공구를 이용한 분해 또는 개폐가 가능한 모든 격리구조물이 정상적인 위치에 있지 않은 한 방사선기기가 작동하지 않도록 하여야 한다.

나. 고시 설명

- 방사선기기의 분해는 차폐성능을 저하시키거나 방사선 방출 공간을 개방하는 것을 의미한다. 이러한 경우 방사선에 의해 직접 및 간접적으로 사용자가 방사선에 노출되어 피폭을 유발할 수 있다. 이에 따라, 방사선기기에서 분해가 가능한 부분은 특수공구를 사용하여 쉽게 분리되지 않고, 개폐가 가능한 도어 등의 부분에는 연동장치를 설치하여 분해 시 방사선방출을 중단(또는 차단)되도록 설계해야 한다.

다. 격리구조물 안전성 확보 방법

① 분해 가능한 지점 공구 체결

- 기기 외관, 차폐체 등은 기기를 가동하기 위한 일상적인 수단이 아님에 따라 상시 분해가 필요하지 않으며, 해당 부위의 상실은 방사선 차폐물의 상실과 동일하므로 손쉽게 분해할 수 없도록 설계해야 한다.
- 따라서, 설계기준 만족 여부를 확인하기 위해서는 분해 가능한 지점의 결합 형태와 위치를 규명하고, 사용자가 임의로 분해할 수 없도록 특수공구로 체결해야 한다. 이때 체결공구는 기기의 구조기준에 따라 기준이 상이하다.

  ※ 완전방호형 기기의 경우, 사용자에 대한 인·허가 조건이 완화되므로 설계승인에서 차폐체를 분리할 수 없도록 강한 기준을 요구함

  - 완전방호형: 볼트/너트, 십자/일자, 육각머리 나사를 제외한 모든 공구
  - 캐비닛형: 볼트/너트, 십자/일자를 제외한 모든 공구
- 다만, 캐비닛형의 분해 가능 지점에 특수공구의 사용은 필수 요건은 아니므로 일반공구를 사용하여 체결 가능하나, 해당 체결 부위에는 연동장치를 장착해야 한다.

② 개폐 가능한 지점 연동장치 설치

- 개폐가 가능한 지점은 도어, 셔터 등 같이 사용, 유지보수 등을 위해 상시 개폐할 수 있도록 설계한 곳을 의미한다.
- 해당 지점을 개방할 경우 방사선이 누설될 우려가 있음에 따라, 정상적인 위치에 있지 않을 경우 방사선이 방출 중단 또는 차단되도록 연동장치를 설치해야 한다.

3) 방사선량률

가. 고시 내용

캐비닛형

5. 방사선기기의 외부에 형성되는 방사선장에 의한 피폭방사선량이 최대가 되는 가동 조건에서 모든 접촉 부위의 표면방사선량은 시간당 10마이크로시버트(μSv)를 초과하지 않아야 한다.

완전방호형

5. 방사선기기의 외부에 형성되는 방사선장에 의한 피폭방사선량이 최대가 되는 가동조건에서 모든 접촉부위의 표면방사선량은 시간당 1마이크로시버트(μSv)를 초과하지 않아야 한다.

나. 고시 설명

- 자체차폐형 구조의 경우, 사용하는 안전수준을 고려하여 방사선기기 최대가동 조건에서 외부 표면의 방사선량률 기준을 만족하도록 설계되어야 한다. 이때 방사선기기 최대가동 조건은 최대 관전압에서 출력 가능한 최대 관전류를 의미한다.
  - 완전방호형: 접촉 가능한 격리구조물 표면의 방사선량률이 1 μSv/h 이하
  - 캐비닛형: 접촉 가능한 격리구조물 표면의 방사선량률이 10 μSv/h 이하

다. 방사선량률 평가 방법

- 방사선기기의 표면에서의 방사선량률은 적합한 방사선 계측기를 이용해 방사선기기 외부에서 직접 측정하거나, 차폐 감쇄율과 방사선 에너지 등을 고려한 수 계산, 몬테카를로 전산모사 등을 이용하여 평가할 수 있다.

  ※ 본 해설서 Ⅰ.1), "다. 차폐체 설계와 성능 평가"참조
- 방사선량률 평가를 위해서 방사선이 누설될 가능성이 있는 위치를 규명하고, 최대가동 조건에서 해당 위치에서 측정 또는 평가해야 한다. 특히, 수시개·폐 도어, 셔터는 설계에 따라 다음과 같이 접촉부위를 고려해야 한다.
  - 도어만 있는 경우: 도어가 닫힌 상태에서 기기 외부의 모든 표면

- 도어와 셔터가 있는 경우
  · 도어 폐쇄, 셔터 개방: 기기 외부의 모든 표면
  · 도어 개방, 셔터 폐쇄: 셔터 주변의 모든 표면 (셔터가 닫힌 상태에서 기기 내부에 접근 가능한 경우만 해당)

4) 성능 요건

가. 고시 내용

캐비닛형

없음.

완전방호형

6. 방사선발생장치의 경우 가속관의 최대전압이 50킬로볼트(kV) 이하이어야 한다.

나. 고시 설명

- 성능 기준은 완전방호형 방사선발생장치에만 적용된다.
- 최대전압은 엑스선관 또는 고전압발생장치의 최대 전압 아닌, 방사선발생장치 완제품에서 설정 가능한 전압 최대 설정치를 의미한다.
  - 방사선기기에서 설정할 수 있는 최대설정치를 의미하며, 엑스선관의 수명을 위해 사용자가 제한한 성능 또는 최대설정치보다 낮은 사용자의 일상 사용조건은 최대설정치에 해당되지 않는다.

예시)

① 엑스선 튜브 최대 관전압: 50 kV, 고전압발생장치 최대 인가전압: 50 kV, 소프트웨어 최대 설정 가능 전압: 50 kV
→ 완전방호형 기준 만족

② 엑스선 튜브 최대 관전압: 70 kV, 고전압발생장치 최대 인가전압: 60 kV, 소프트웨어 최대 설정 가능 전압: 50 kV
→ 완전방호형 기준 만족

③ 엑스선 튜브 최대 관전압: 50 kV, 고전압발생장치 최대 인가전압: 60 kV, 소프트웨어 최대 설정 가능 전압: 50 kV
→ 완전방호형 기준 만족

④ 엑스선 튜브 최대 관전압: 70 kV, 고전압발생장치 최대 인가전압: 60 kV, 소프트웨어 최대 설정 가능 전압: 51 kV
→ 완전방호형 기준 불만족

② 개방형 (무인격리형 및 휴대개방형)

고시 제18조(무인격리형)

무인격리형

1. 방사선원은 특정한 단일 목적으로 제작된 격리 구조물 내에 수납되어야 하며, 셔터의 개폐 또는 방사선원의 위치이동 등을 통하여 방사선의 방출을 제어할 수 있어야 한다.
2. 수동조작을 통하여 셔터를 개폐하거나 방사선원의 위치를 이동하는 경우에는 방사선의 방출 경로에 신체가 노출되지 않도록 방지대책을 강구하여야 한다.
3. 방사성동위원소가 내장된 기기의 경우 셔터를 닫거나 방사선원을 안전위치로 이동시킨 후, 방사선기기의 표면방사선량은 시간당 2밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 한다.
4. 방사선기기를 점유도가 낮은 위치에 고정설치하거나, 방사선원을 설치한 부근에서 종사자가 상시 체류하지 않아야 한다.

고시 제19조(휴대개방형)

휴대개방형

1. 작업수행에 필요한 방사선이외에 불필요하게 방출되는 방사선은 필터나 콜리메타 등을 이용하여 제거하거나 차단하여야 한다.
2. 제어기와 방사선방출 부분이 분리되어 있는 경우에는 두 부분을 연결하는 케이블의 길이를 충분히 유지하여 방사선피폭을 저감하여야 한다.
3. 방사성동위원소가 내장된 기기의 경우 셔터를 닫거나 방사선원을 안전위치로 이동한 후, 방사선기기의 표면방사선량은 시간당 2밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 하며, 방사선기기의 표면으로부터 1미터 떨어진 위치에서의 방사선량은 시간당 0.02밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 한다.
4. 휴대가 용이한 방사선기기에는 방사선기기 자체나 보조 운반 장치에 잠금 장치를 구비하여야 한다.

※ 기준 4호의 경우, 설계승인고시 제9조(보안장치)에서 설명

개방형 구조기준 개요

- **(정의)** 방사선이 조사되는 공간이 외부로 노출되는 구조를 의미함.
- **(목적)** 사용자 허가 대상으로서 격리·개방 특성에 맞게 안전하게 사용할 수 있도록 구조적 설계에 필요한 사항(방사선방출 제어, 체류형태, 방사선량률 등)을 정하는 것을 목적으로 함.
- **(구분)** 무인격리형(허가) 및 휴대개방형(허가)

※ 다만, 시행규칙 제65조 및 제66조 제1호(용도)에 의해 신고로 구분될 수 있음.

- **(종류)** 무인격리형: 레벨 게이지, 두께 게이지, 산업용 CT 등
  휴대개방형: 엑스선 형광, 회절분석, 휴대형 소화기용량 측정용, 폭발물 탐지장비, 비파괴 장비 등

» 해설

방사선 방출 공간이 외부로 노출되어 있는 경우에는 개방 형태로서 무인격리형과 휴대개방형이 해당됩니다. 무인격리형과 휴대개방형을 구분하는 기준은 설계목적에 따른 사용자의 사용형태와 체류형태에 의해 결정됩니다. 이 장에서는 무인격리형과 휴대개방형의 기준을 확인하고 각 구조기준을 **방사선방출 제어, 방사선량률, 체류형태**로 구분하여 각 기준 및 요건을 알아보도록 하겠습니다.

1) 방사선방출 제어

가. 고시 내용

무인격리형

1. 방사선원은 특정한 단일 목적으로 제작된 격리 구조물 내에 수납되어야 하며, 셔터의 개폐 또는 방사선원의 위치이동 등을 통하여 방사선의 방출을 제어할 수 있어야 한다.

휴대개방형

1. 작업수행에 필요한 방사선이외에 불필요하게 방출되는 방사선은 필터나 콜리메타 등을 이용하여 제거하거나 차단하여야 한다.

나. 고시 설명

- 방사선방출 제어는 방사선원 이동, 셔터를 이용한 방사선 차단·방출 등 방사선기기의 설계목적에 맞게 방사선을 조절하는 것이다.

● 무인격리형의 방사선방출 제어 요건은 방사선방호(최적화 및 선량한도)의 목적을 달성하기 위해 개방형 구조에 모두 적용된다.

① 무인격리형

- (RI 내장기기) 방사성동위원소를 사용하지 않을 때에는 차폐구조물 내에 수납되어 있으나, 설계목적을 달성하기 위해서는 방사선원의 위치를 이동하거나 셔터를 개폐하는 등의 방법으로 방사선방출을 제어할 수 있어야 한다.
- (RG) 방사선발생장치의 경우 전원이 인가되어야 하며, 방사선 제어장치로 방사선방출을 제어할 수 있으므로 해당 요건에서 배제된다.

② 휴대개방형

- 방사선조사 방향이 고정된 무인격리형과는 달리 휴대개방형은 사용자가 휴대하여 사용하므로 방출 방향이 자유로우며, 방출 중 사람이 기기 인근에 체류할 가능성이 높다. 이에 따라, 설계목적을 달성하기 위한 방사선의 목적 방향 이외에 불필요하게 방출되는 방사선은 필터나 콜리메타 등을 이용하여 제거 또는 차단하여야 한다.

다. 방사선방출 제어 적용

① 무인격리형

- 방사선기기의 설계목적 및 사용특성에 따라 사용할 때에만 방사선이 외부로 조사될 수 있도록 방사선원의 위치이동 또는 셔터 개·폐의 원리와 절차를 합리적인 방식을 적용하여 설계해야 한다.

예시)

가. 두께게이지

- 두께게이지는 방사성동위원소에서 방출되는 베타선의 양을 포집하여 검사체의 두께를 확인하며, 전원을 인가하여 셔터를 개·폐함으로써 사용할 때에만 방사선 사용

그림 29. 두께게이지 전경

② 휴대개방형

- 방사선기기의 설계목적에 필요한 방사선의 에너지, 제거 대상 에너지, 빔면적을 규정하고 이에 필요한 최선의 필터 및 콜리메타가 장착되도록 설계해야 한다.

예시)

가. 형광분석(성분분석용)

- 성분분석 대상 시료에 따라, 필요한 에너지와 필터의 재질 및 두께가 자동으로 선택됨

그림 30. 형광분석기 전경

나. 폭발물 탐지용

- 엑스선이 물질을 투과하는 원리를 이용하므로 높은 에너지의 엑스선을 사용되며, 이에 따라, 방사선발생장치 전면부 외에 불필요한 방사선을 제한하도록 콜리메타 장착.

그림 31. 폭발물 탐지 방사선기기 전경

2) 체류형태

가. 고시 내용

무인격리형

2. 수동조작을 통하여 셔터를 개폐하거나 방사선원의 위치를 이동하는 경우에는 방사선의 방출경로에 신체가 노출되지 않도록 방지대책을 강구하여야 한다.
4. 방사선기기를 점유도가 낮은 위치에 고정설치하거나, 방사선원을 설치한 부근에서 종사자가 상시 체류하지 않아야 한다.

휴대개방형

2. 제어기와 방사선방출 부분이 분리되어 있는 경우에는 두 부분을 연결하는 케이블의 길이를 충분히 유지하여 방사선피폭을 저감하여야 한다.

나. 고시 설명

① 무인격리형

- 무인격리형은 설계목적 상 사용시설에 고정부착되어 사용 시 주변에 사람이 항시 체류하지 않고 자동화 설비에 연동되어 가동되거나, 차폐시설 외부에서 원격으로 제어할 수 있다. 즉, 사용 시작 시 사람의 조작이 필요하나 사용 중 근처에서 조작이 없거나, 원거리에서 조작하는 형태이다.

② 휴대개방형

- 휴대개방형은 휴대가 용이하여 기기를 들고 이동하며 직접 사용하거나, 사용 시 피폭 위험성이 높은 경우에는 원격으로 제어할 수 있다. 즉, 이동 시에는 반드시 기기에 근접해 있고 사용 중 근처에서 사람이 조작하나 원거리에서 조작하기도 하는 형태이다.

다. 체류형태 적용

- 사용 중에 방사선작업종사자의 피폭방사선량이 선량한도를 초과하지 않도록, 사용허가에서 시설기준 및 취급기준을 확인하고 있다.

3) 방사선량률

가. 고시 내용

무인격리형

3. 방사성동위원소가 내장된 기기의 경우 셔터를 닫거나 방사선원을 안전위치로 이동시킨 후, 방사선기기의 표면방사선량은 시간당 2밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 한다.

휴대개방형

3. 방사성동위원소가 내장된 기기의 경우 셔터를 닫거나 방사선원을 안전위치로 이동한 후, 방사선기기의 표면방사선량은 시간당 2밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 하며, 방사선기기의 표면으로부터 1미터 떨어진 위치에서의 방사선량은 시간당 0.02밀리시버트(mSv)를 초과하지 않아야 한다.

나. 고시 설명

- 개방형 구조중 RI 내장기기의 경우, 방사선원이 차폐 구조물 내에 수납된 상태에서 외부 방사선량률을 제한한다.

  ① 무인격리형: 접촉 가능한 격리구조물 표면의 방사선량률이 2 mSv/h 이하

  ② 휴대개방형: 접촉 가능한 격리구조물 표면의 방사선량률이 2 mSv/h, 1 m 거리에서 0.02 mSv/h 이하

- 방사선발생장치의 경우, 설계승인고시 제7조(방사선차폐)제5호에 따라, 방사선방출 중 조사부를 제외한 방사선기기 표면에서 10 μSv/h 이하로 유지되어야 한다. 다만, 제3호에 따라, 차폐효과가 저하되는 부위가 없도록 조사부 이외에 방사선량률이 유사한 수준이어야 한다.

다. 방사선량률 평가 방법

- 방사선기기 표면에서의 방사선량률은 적합한 방사선 계측기를 이용해 방사선기기 외부에서 직접 측정하거나, 차폐 감쇄율과 방사선 에너지 등을 고려한 수계산, 몬테카를로 전산모사 등을 이용하여 평가할 수 있다.

  ※ 본 해설서 Ⅰ.1), "다. 차폐체 설계와 성능 평가"참조
- 방사선량률 평가를 위해서 방사선이 누설될 가능성이 있는 위치를 규명하고, 최대가동 조건에서 해당 위치에서 측정 또는 평가해야 한다.

3 용어 정의

ㄱ

가동시간 방사선기기 가동 중 방사선이 방출되는 시간을 말한다.

ㅁ

밀폐형 구조 방사선이 방출되지 않을 때에는 검사체를 배출하고 투입하는 도어를 자유롭게 열고 닫을 수 있으나 방사선방출 중에는 방사선이 누설될 수 있는 공간을 밀폐하는 구조를 말한다.

ㅂ

방사독성 체내에 들어간 방사성핵종이 방사선을 방출하여 손상을 일으키는 능력을 말한다.

방사선방출 중단 엑스선관, 고전압발생기 도는 주전원의 전원을 차단하여 방사선이 방출되지 않는 상태를 말한다.

방사선방출 차단 방사선원으로부터 방사선은 방출되고 있지만, 선원 조사부에 셔터 등을 이용하여 방사선이 방출되는 것을 막은 상태를 말한다.

방사선원 방사선을 방출하는 물질 또는 장치로서, 방사성동위원소 또는 하전입자를 가속시켜 방사선을 발생시키는 장치를 말한다.

방사선차폐 방사선이 목적하는 곳 이외에 방사선이 누출되는 것을 차단하는 것을 말한다.

보안 USB 소프트웨어가 USB내에 저장되어 있으며, 프로그램을 사용하기 위해 ID/PW, 홍채인식, 지문 등록이 되어 승인된 자만 사용할 수 있도록 설계된 USB를 말한다.

보조 운반장치 보조 운반 장치는 휴대개방형 방사선기기의 부속품으로서 방사선기기를 넣는 휴대 가능한 케이스 또는 캐리어 등을 의미한다.

부분 개방(터널)형 구조 검사체가 지속적으로 컨베이어벨트 등과 같은 구동장치를 통해 자동으로 방사선기기 내부로 투입 및 배출될 수 있도록 투입·배출구가 개방되어 있는 구조 또는 틈이 있는 구조를 말한다.

비침출성 ISO 9978:1992의 5.1.1에 따라 H2O 100 mL로 50 ℃에서 4시간 동안 조용히 침출한 때 총방사능의 0.01 % 미만을 말한다.

ㅅ

선량한도 외부에 피폭하는 방사선량과 내부에 피폭하는 방사선량을 합한 피폭방사선량의 상한값으로서 원자력안전법 시행령 별표1에서 정한다.

수시 개·폐지점 검사체를 넣고 빼는 등의 일상적으로 열고 닫는 부속품 또는 위치를 말한다.

ㅇ

일반인 방사선기기를 사용·취급하지 않는 자로서 종사자 이외의 인원을 말한다.

열쇠스위치 열쇠를 이용하여 전원을 인가하는 스위치를 말한다.

ㅈ

잠금장치 자물쇠, 비밀번호, 소프트웨어 접근권한(ID/PW) 등 허락된 사용자만 사용할 수 있도록 하는 장치

정상적인 사용조건 방사선원과 피사체 또는 시료가 사용목적을 달성하기 위한 결과물을 도출할 수 있는 상태로서, 방사선기기의 모든 부속품이 전기적 및 기계적으로 정 위치에 있어 안전한 사용이 가능한 상태를 말합니다.

종사자 방사선기기를 사용·취급하는 자로서 방사선에 피폭되거나 그 염려가 있는 업무에 종사하는 자를 말한다.

접촉식 전자 칩 주파수를 이용해 ID를 식별하는 방식의 전자태그를 말한다.

ㅊ

차폐성능 또는 차폐효과 차폐체가 방사선을 차단할 수 있는 능력으로서, 일반적으로 방사선이 차폐체를 투과한 후의 방사선량을 기준으로 한다.

차폐재료 차폐체를 구성하는 납, 철, 텅스텐, 감손 우라늄 등의 물질을 말한다.

차폐체 방사선을 차단하는 기구를 말한다.

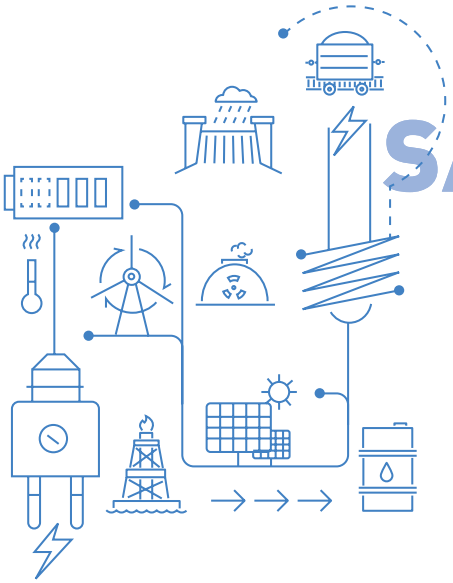
침출성 ISO 9978:1992의 5.1.1에 따라 H2O 100 mL로 50 ℃에서 4시간 동안 조용히 침출한 때 총방사능의 0.01 % 이상을 말한다.

ㅋ

콜리메타 방사선을 설계목적에 맞는 특정방향으로 통과하도록 필터링하는 장치를 말한다.

ㅍ

표면방사선량 특수공구를 사용하지 않고 제거될 수 있는 방사선기기의 외부 부착물이 완전히 제거된 상태에서 신체 접촉이 가능한 방사선기기의 표면으로부터 10cm의 거리에서 측정한 방사선량을 말한다.



방사선기기
설계기준 및 구조기준
해설서

원자력안전위원회

한국원자력안전기술원
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY