

# 과학기술부 고시(II)



김 창 범

한국원자력안전기술원  
안전규제부 규제정책실 실장

지난 호에서는 방사성동위원소 등의 사용과 관련된 20여 과학기술부고시에 대해서 개괄적으로 소개하였다. 이제부터는 몇 번에 걸쳐 현장에서 많이 사용되는 고시를 중심으로 비교적 상세히 알아보기로 하고, 우선 “방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정” 및 “방사선원의 누설점검에 관한 기술기준”을 고찰하기로 한다. 다만, 지난 호에서도 언급하였듯이 방사선과 관련된 고시라 하더라도 다양한 학문분야를 망라하고 있을 뿐만 아니라 지극히 전문적인 내용도 적지 않으므로 일부 미흡한 점이 있더라도 양해를 구하는 바이다.

## 1. 방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정(고시 제2001-30호)

### 1.1 배경

주지하는 바와 같이 방사성물질은 반감기의 특성에 따라 일정기간이 지나면 방사능량이 절반으로 감소된다. 따라서, 의료용 또는 연구용으로 사용하는 개봉선원과 같이 반감기가 짧고 방사능량이 적은 방사성동위원소는 몇 반감기만 경과하면 방사선을 느끼지 못할 정도로 감쇠될 것이며, 이러한 특성을 이용하여 방사성물질에 오염된 폐기물을 일정 기간 자체보관한 후에 폐기하자는 취지에서 발단된 규정이 바로 방사성폐기물의 자체처분이다. 원칙적으로 이 규정에 의한 폐기의 대상에는 방사성물질이라면 제한이 없다. 즉, 밀봉선원이나 개봉선원 그 자체도 자체처분을 할 수 있다는 뜻이다. 그러나, 밀봉선원의 존재여부는 규제의 대상이 되므로 사용자가 직접 자체처분하기에는 제도적인 어려움이 있을 뿐만 아니라 안전성여부에 관계없이 일반국민이 느끼는 거부감도 있으므로 실제적으로는 제한되고 있으며, 따라서 모든 폐기 대상의 밀봉선원은 위탁 폐기의 방법으로 처분되고 있는 것이 현실이다.

결국, 이 고시에서 규정하고 있는 자체처분의 대상이 되는 방사성폐기물은 개봉선원의 사용과 관련하여 발생하는 장갑, 작업복, 신발, 비닐, 주사기, 구슬(bead), 시험관 등이 되며, 개봉선원 그 자체도 자체처분 할 수 있다. 또한, 원자력발전소에서 사용한 방호복 등도 기술적으로 입증되기만 하면 자체처분을 할 수 있다.

## 1.2 내용

### 제1조(목적)

이 규정은 원자력법시행령제2조(정의)제35호(자체처분)와 원자력법시행규칙 제86조(방사성폐기물의 처분제한) 및 제87조(자체처분 신고)제3항의 규정에 근거하여 방사성폐기물의 처분제한치와 처분제한치 미만의 방사성폐기물의 자체처분절차·방법·기타 필요한 사항에 관하여 규정하고 있다. 또한, 원자력법 제84조(방사성폐기물의 처분제한)제2항 및 제3항, 원자력법 시행령 제228조의2(방사성폐기물 자체처분의 절차 및 방법)도 관련된 규정이다.

### 제2조(정의)

- 허용기준은 방사성폐기물을 자체처분하기 위하여 필요한 관련 요건으로, 처분제한치를 포함하는 값을 일컫는다.
- 처분제한치는 원칙적으로 국제원자력기구에서 규정한 값을 적용하여 자체처분으로 인한 개인의 연간 피폭방사선량을 10마이크로시버트, 집단에 대한 연간 총 피폭방사선량을 1맨·시버트로 제한하고 있다.

### 제3조(허용 기준 및 핵종별 농도)

자체처분이 허용되는 핵종 및 그 농도는 [별표]로 규정되어 있다. [별표]에서 보면, 허용핵종은 원칙적으로 반감기 100일 이하의 베타/감마 방사선방출핵종으로 한정하고 있다. 그러나, 국내 병원, 연구소, 대학교 등에서 사용하는 보편적인 핵종의 망라를 위하여 H-3, C-14 등과 같이 반감기가 100일을 초과하는 일부 핵종도 대상으로 하였다. 비록 100일을 초과한다 하더라도 베타방출핵종이므로 특별한 문제점은 없을 것으로 판단된다. 그리고, 핵종별 농도는 처분제한치의 개인 및 집단 피폭방사선량을 근거로 하여 100Bq/g으로 규정되어 있다. 다시 말해, 100Bq/g의 기준값을 준수하면 국제원자력기구에서 규정한 값에 부합한다는 의미이다.

그렇지만, 규정된 핵종 이외의 핵종이라도 자체처분이 불가능한 것은 아니다. 예를 들어, 원자력발전소에서 발생하는 핵분열성 핵종에 오염된 폐기물이라 하더라도 기준에 부합한다면 자체처분을 할 수 있는 것이다. 다만, 이 경우에는 처분제한치에서 규정한 개인 및 집단 피폭방사선량의 기준에 부합한다는 사실을 보수적인 방법으로 평가하여 별도로 입증하여야 한다.

**제4조(규정준수 및 표지제거)**

자체처분을 하고자 하는 시점에서 처분제한치, 즉 100Bq/g을 초과하지 않아야 한다. 즉, 자체처분의 시기는 자체처분계획서를 제출한 후 2개월이 경과하여야 하므로 자체 처분계획서 제출시점에서 반드시 기준에 만족할 필요는 없을 것이지만, 실제로는 충분한 여유를 가지고 자체처분을 하는 것이 일반적이다. 다만, 여기에서 문제가 되는 것은 처분제한치, 즉 100Bq/g이라는 정량적 기준에 부합한다는 사실을 어떻게 입증하느냐 하는 기술적 사항에 있다. 이 문제는 다음에 설명하기로 한다.

방사능표지의 제거는 일반국민의 오해를 불식시킨다는 점에서 매우 중요한 사항으로, 외국에서도 동일한 규정을 적용하고 있다. 개봉선원은 보통 유리병(vial)에 담겨 공급되며, 유리병 외부에는 방사능표지와 함께 핵종 및 방사능량이 적혀있다. 그리고, 일부 작업복 등에도 방사능표지가 그려져 있을 수 있다. 이런 방사능표지는 자체처분에 앞서 모두 제거하여야 한다. 다만, 견고한 부착으로 제거의 어려움이 있다는 문제점이 있을 수 있는데, 물에 불려 떼어내면 효과를 높일 수 있다. 이 방법도 여의치 아니하다면, 매직 펜 등을 이용하여 지우는 방법도 가능하다.

**제5조(행위제한)**

당연한 규정이지만, 이 고시의 제반규정에 맞지 않는 폐기물의 임의처분은 엄격하게 제한된다. 또한, 자체처분 제한치에 맞추기 위해 임의로 혼합, 세척, 희석 등의 방법을 사용할 수 없다. 즉, 주사기 등을 물로 닦거나 남아있는 개봉선원에 물을 섞어 농도를 낮추는 행위는 제한된다는 뜻이다. 자체처분을 하기 위해서는 순전히 방사능붕괴에 의한 농도감소에 의존하여야 한다.

**제6조(분리저장 및 혼입방지)**

자체처분하고자 하는 폐기물에 다른 폐기물이 혼입되지 않도록 별도로 분리·저장하여야 한다는 규정이다. 그러나, 자체처분을 하는 대부분의 사업소에서는 이미 별도의 보관시설을 구비하고 있으므로 별 문제점은 없을 것이다. 관련절차와 함께 이와 같은 내용을 기술하면 된다.

**제7조(자체처분절차서)**

자체처분을 하고자 하는 사업소는 우선 자체처분절차서를 개발하여야 한다. 이전에는 절차서를 승인받도록 하였는데, 사업자 편의차원에서 단순 제출로 변경하였다. 절차서에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 발생되는 폐기물의 핵종별 종류 : 해당사업소에서 사용하는 핵종에 오염된 장갑, 휴지 등의 예상되는 종류별 폐기물을 제시하면 된다.

- 핵종별 및 폐기물별 자체보관기간 및 기간의 평가방법 : 위에서 제시한 핵종별 폐기물을 100Bq/g미만으로 낮추기 위하여 자체적으로 보관하여야 하는 기간 및 그 기간의 평가방법을 제시한다. 평가방법은 [별지 제1호]의 표 2에서 제시한 바와 같이 폐기물에 오염된 방사능량을 경험적 통계치에 의한 보수적인 방법으로 평가하여 무게 및 반감기를 고려한 산술식으로 하되, 안전 여유분 20%를 포함시키는 것이 바람직하다. 참고로 이 기준은 나라마다 조금씩 상이한 모습을 보이고 있는데, 예를 들어 미국은 정량적인 기준보다는 당해핵종의 10반감기 기간을 자체처분을 위한 보관기간으로 규정하고 있다.
- 폐기물의 분리저장 방법 : 분리저장을 위하여 폐기물 종류마다 코드번호를 부여하여 수거봉지 또는 수거통에 부착하여 관리하는 것이 편리하다. 이때, 수거통은 일반 쓰레기통으로 하여도 무방하며, 수거통이 가득차면 별도로 마련된 보관 장소에 동일한 방법으로 분리·저장한다.
- 자체처분 관련기록 내용 및 양식 : 관련기록은 [별지 제1호]의 표 3에 제시된 양식에 맞춰 작성하는 것으로 충분하다.
- 폐기물의 방사선/능 측정방법 : 방사선/능의 측정방법은 관련 계측기를 이용하여 측정하는 것으로 한다.
- 자체처분방법 : 자체처분방법은 원자력법시행령 제2조제35호에 규정된 대로 소각·매립·재활용의 방법으로 하면 된다. 그러나, 대부분의 사업소에서는 완벽한 처리를 위하여 산업폐기물 수거업체에 위탁하는 것이 일반적이다.
- 자체처분으로 인하여 부수적으로 폐기물이 발생할 경우, 이 부수적인 폐기물의 처분방법 : 일반적으로 자체처분으로 인한 부수적인 폐기물의 발생은 예상되지 않는다. 보관시설이 오염되는 정도가 아닐까 하는데, 틈틈이 제염하는 방법을 제시하면 될 것이다.

### 제8조(첨부서류)

자체처분계획서에 첨부하여야 하는 다음의 기술적인 서류를 일컫는데, 보통 A-4 용지 한 두장 분량에 불과하며, 작성하는데 큰 어려움은 예상되지 않는다.

- 자체처분 폐기물의 발생원, 종류, 수량 및 표면방사선량률
- 자체처분폐기물에 함유된 방사성물질 등의 종류별 수량, 농도
- 자체처분으로 인하여 부수적으로 발생하는 폐기물의 수량
- 제7조의 구정에 의한 자체처분절차서

### [별표1] 허용기준 및 핵종별 농도

별표에서는 국내에서 일반적으로 사용하는 핵종을 예시적으로 규정하고 있다. 그러나, 반감기 100일 이하의 베타/감마 방사선방출핵종이라면 이에 국한하지 않고 모두 자

체처분의 대상이 된다. 여기에서 기타 방사선훈종이라 함은 방사성동위원소를 사용하는 사업소이외의 원자력시설에서의 자체처분을 위한 규정으로, 보수적 관점에서 개인 및 집단의 피폭방사선량을 평가·입증하여야 한다.

#### [별지 제1호] 방사성폐기물 자체처분 절차서 표준안

사용자의 편의를 위하여 자체처분 절차서의 표준안을 제시하였다. 따라서, 이를 참고로 해당사업소의 특성을 고려하여 절차서를 작성하면 무난할 것이나, 다른 방법으로 기술하여도 무방하다.

## 2. 방사선원의 누설점검에 관한 기술기준(고시 제2001-20호)

### 2.1 배경

밀봉선원은 생산과정에서 엄격한 품질관리로 충분한 건전성을 확보하고 있지만, 사용과정에서 훼손되어 방사성물질이 외부로 누출될 가능성을 전혀 배제할 수는 없다. 특히, 야외에 설치되는 액면게이지 또는 제철공장의 두께게이지용 선원은 열악한 환경에 의하여 선원이 이탈하거나 용융된 사건도 가끔 보고되고 있다. 따라서, 선원 공급자는 정기적인 점검을 사용자에게 권고하고 있지만, 국내 사업소에서는 대부분 이를 간과하고 있어 종사자 보호차원에서 고시로 규정되었다.

### 2.2 내용

#### 제1조(목적)

이 고시는 방사선안전관리등의기술기준에관한규칙 제38조(사용)제6호의 규정에 근거하고 있다.

#### 제2조(적용 범위)

이 규정은 사업소에서 자체적으로 하는 누설점검이나 업무대행자에게 위탁하여 하는 누설점검 모두에 적용된다. 즉, 누설점검은 반드시 사용자 자신이 하거나 업무대행자에게 위탁하여 시행하여야 한다는 의미를 내포하고 있다. 그러나, 분석장비가 고가인 점을 감안할 때, 사업소에서 자체적으로 점검을 하고 그 분석만을 공신력이 있는 관련 전문기관에 의뢰하는 방법도 무방할 것으로 판단된다.

#### 제3조(용어의 정의)

○ 방사선원 : 방사선원이라 함은 일반적으로 Source Term을 일컫는 말이지만, 여기에서는 다음의 것을 제외한 누설점검의 대상이 되는 밀봉선원을 일컫는다.

- 베타 및 감마선을 방출하는 밀봉선원으로서 방사능량이 3.7MBq 이하의 것

- 알파선을 방출하는 밀봉선원으로서 방사능량이 0.37MBq 이하의 것
- 물리적 반감기가 30일 이하의 것

즉, 이와 같은 선원은 안전성이 높거나 사용기간이 짧으므로 누설점검의 의미가 없기 때문이다. 참고적으로 이 규정은 미국의 10CFR을 참고로 하였음을 밝혀둔다.

- 누설점검 : 이 고시에 따라 밀봉선원의 건전성을 확인하는 일련의 절차를 일컫는다. 누설검사 또는 누설확인이라는 용어도 고려하였지만, 사업자가 자체적으로 시행한다는 의미에서 누설점검으로 하였다.

#### 제4조(누설점검의 시기)

국내에서 사용하고 있는 방사선원의 누설점검의 주기는 대부분 생산자 측에서 6개월 내지 1년으로 권고하고 있다. 그러나, 새로 도입되는 제도라는 점을 감안하여 사용 중인 방사선원에 대해서는 1년으로 통일하였다. 또한, 신규선원이거나 중고선원이거나 간에 다른 사업자로부터 인수하였을 때에는 30일 이내에 건전성을 확인하여야 한다. 그리고, 최근 6월 이내에 누설점검을 실시하지 않고 저장하였던 방사선원은 다시 사용하기 직전 누설점검을 하여 건전성을 확인하여야 한다.

다만, 제작사에서 별도로 정한 점검시기가 있는 경우에는 거기에 따를 수 있다. 예를 들어, 사용 중인 방사선원에 대해 제작사 측에서 매 2년마다의 누설점검을 권고하고 있다면 매 1년마다 하지 않아도 된다는 의미이다. 즉, 제작사의 권고가 이 규정에서 정한 매 1년 보다 짧은 경우에는 매 1년마다 하되, 긴 경우에는 이 규정을 무시할 수도 있다는 의미이다. 또한, 제작사가 지정한 유효기간에 부합하는 경우라면 이 규정에서 정한 점검의 시기를 무시하여도 된다. 그러나, 이를 입증하는 관련 증빙서를 반드시 확보하고 있어야 한다.

#### 제5조(누설점검의 방법)

누설점검의 방법은 별지로 제시되어 있다. 점검은 가장 일반적인 방법으로 규정되어 있어 국내에서 사용하는 모든 밀봉선원에 적용가능 할 것으로 판단된다. 그러나, 만일 제작사에서 별도의 방법으로 지정하였다면 그에 따라도 무방하다.

#### 제6조(누설점검의 안전관리)

밀봉선원 누설점검은 해당 사업소의 방사선안전관리자의 지시·감독하에 수행하여야 한다. 그러나, 기술 및 장비의 여건을 고려하여 외부 전문용역기관에 위탁하여 실시하는 경우에는 방사선안전관리자 또는 관련책임자(방사선안전관리자가 지정되지 않은 신고기관에 해당)가 입회하여 점검절차를 확인하여야 한다.

**제7조(기록 및 품질보증)**

누설점검을 시행하고 해당 사업소는 다음의 기록을 5년 동안 보관하여야 한다.

- 방사선원의 핵종, 방사능량, 제작사 및 모델 등 계원
- 방사선원의 일련번호 및 관리번호
- 점검일시 및 장소
- 점검방법 및 점검에 사용한 장비의 목록
- 점검책임자 및 점검에 참여한 자의 인적사항
- 점검결과

특별히 어려운 내용은 없을 것으로 생각되는데, 점검방법은 별지에서 제시한 세 가지 방법 중 하나가 될 것이며, 장비는 가능하다면 Multi-channel Analyzer와 같은 핵종 분석용 장비가 좋을 것이다. 그러나, 사업소에서 이러한 고가의 장비를 구비하는 것은 여의치 않으므로 누설점검 전체를 업무대행자에게 위탁하거나 또는 분석부분만 전문기관에 의뢰하는 방법도 바람직할 것이다. 또한, 누설점검의 품질을 보증하기 위하여 방사선원의 사용자는 다음의 서류를 확보하고 있어야 한다. 그러나, 누설점검을 전문기관에 위탁한 경우에는 해당 용역업체에서 제공하는 해당서류를 건네받아 숙지 및 확보하는 것으로 충분하다.

- 누설점검의 절차서
- 누설점검의 평가에 필요한 계측장비 등 소요품목의 목록 및 확보여부
- 누설점검의 평가에 사용하였던 계측장비 등의 검·교정 내역

**제8조(누설선원에 대한 조치)**

누설점검 결과 누설량이 기준치를 초과하여 선원이 누설되는 것으로 판단되는 경우에는 사용을 중지하고 선원을 교체하는 등의 안전조치를 취하고 즉시 과학기술부장관에게 보고하여야 한다. 아직 이와 같은 사례는 없는 것으로 알고 있지만, 만일 누설선원이 발견된다면 해당사업소의 방사선작업종사자를 포함한 관련자에 대한 내부피폭평가와 같은 일련의 후속조치가 이루어져야 할 것이다.

**제9조(기록의 양도)**

밀봉선원을 다른 사업자에게 양도하는 때에는 원래의 공급자가 제공한 관련 증빙서류와 제7조제1항에서 정하는 기록, 즉 누설점검 관련기록의 원본 또는 사본을 함께 양도하여야 한다. 이는 중고 자동차를 매매할 때에 차량등록증과 검사결과를 양도하는 것과 같은 이치로 생각하면 된다.

## [시험방법 및 절차]

### ○ 시험방법

문지름 또는 건조문지름은 가장 일반적으로 시행하는 누설점검의 방법이다. 국내에서 사용하는 대부분의 밀봉선원은 이 방법 중 하나를 사용하면 된다. 가열 및 침수시험은 치료목적으로 사용하는 in-vivo용 선원에만 한정될 것이다.

### ○ 시험조건

방사선원은 모든 시험을 실시하기 전에 청결한 상태이어야 하며, 방사선원의 표면은 방사능오염이 없는 상태를 유지하여야 한다. 그러나, 내장된 선원의 청결상태를 확인하는 것은 일부선원이외에는 사실상 불가능하므로 청결한 것으로 간주하고 점검을 한다.

### ○ 시험절차

시험절차는 간단하다. 문지름시험은 시중에서 판매하는 종이필터 등을 용매에 적시어, 건조문지름시험은 그대로 방사선원의 외부로 문지르면 된다. 다만, 종이필터 등을 방사선기에 내장된 방사선원에 직접 접촉시키는 것이 실질적으로 불가능한 경우에는 방사선원이 누설되어 방사선원 내부의 방사성물질이 묻어 있을 것으로 추정되는 부위를 문지르는 것으로 대신할 수 있다. 예를 들어, 샤프터가 있는 게이지용 선원이라면 조심스럽게 샤프터 내·외부 및 바닥을 문지르면 된다. 방사선조사는 필터를 조사기 내부에 삽입시켜 닦아내는 문지름시험방법이 유용하다. 가열 및 침수시험은 용매에 방사선원을 침수시키고 가열시키는 방법으로 한다.

### ○ 분석

문지름 및 건조문지름시험은 방사선원의 외부표면 또는 방사선기기를 문지른 종이필터 등에 대한 방사능을 계측한다. 침수 및 가열시험은 용매의 방사능을 계측한다. 다만, 앞서서도 언급했지만 관련장비가 고가이므로 사업소 자체에서 점검하더라도 분석만은 공신력있는 외부 전문기관에 의뢰하는 방법을 권고하고 싶다.

### ○ 합격기준

계측결과, 해당 방사선원을 구성하고 있는 핵종의 총 방사능량이 200Bq을 초과하지 아니하는 경우에는 방사선원의 누설이 없는 것으로 간주한다. 여기에서 방사선원을 구성하고 있는 핵종이라 함은 방사능붕괴에 의한 핵종을 포함한다. **KRIA**