

# 국내 방사선안전관련 사건·사고 발생사례 및 교훈

## 1 대상

- 원자력안전법 제53조에 따른 방사성동위원소등\*의 생산·판매·사용 또는 이동사용의 허가를 받은 자(허가사용자)

\* 방사성동위원소 또는 방사선발생장치

## 2 목적

- 이 안전공지는 최근 국내에서 발생한 3건의 방사선안전관련 사건·사고의 발생 경위와 원인을 분석하고 그로부터 도출된 교훈을 공유함으로써, 원자력관계 사업자의 주의를 환기하고 유사 사례의 재발을 방지하기 위한 목적에서 작성되었습니다.

## 3 주요 내용

### I. 방사선투과검사용 밀봉선원 이탈 사건 (2건, 2020년 ① 9월, ② 12월)

- A사업자는 밀봉 선원(방사성동위원소 Ir-192, ① 0.422 TBq, ② 0.281 TBq)를 방사선투과검사 목적으로 사용하였습니다. 사건 당일 야외작업장에서 배관 용접 부위 방사선투과검사 중 선원이 이탈되었습니다.

① 촬영 후 선원 회수를 위해 원격조작장치를 조작(후진)하였으나 방사선측정기 및 ADR 알람이 지속되어 선원 이탈을 인지

② 촬영을 위해 원격조작장치를 조작(전진)하여 선원 인출을 시도하였으나 약 반바퀴 전진시켰을 때 걸리는 느낌을 받아 회수(후진) 시도하였으나 방사선 측정기 및 ADR 알람이 지속되어 선원 이탈을 인지

※ 관련 보고 규정: 원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정 제4조(보고대상) 별표 5.2.라

- 작업자, 안전관리자 등은 보고, 안전조치 및 회수 작업을 진행하였습니다.

- 작업자는 현장안전관리자 등에 상황 보고

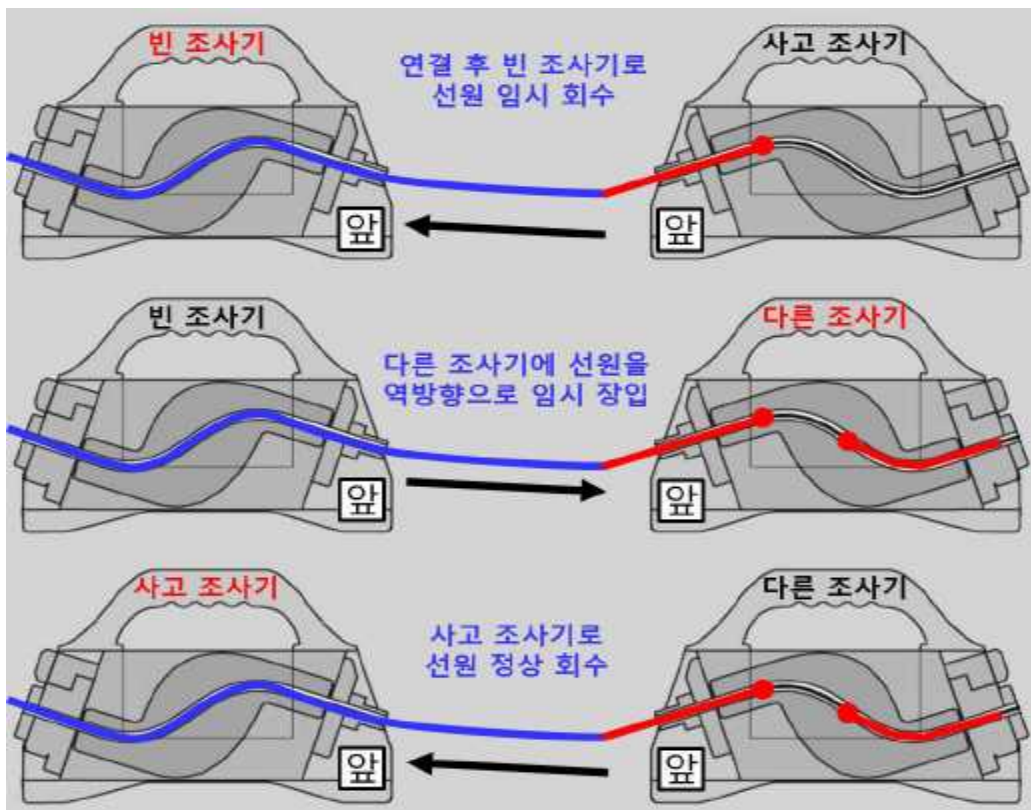
- 방사선관리구역 확대하고 일반인 접근 통제, 선원 콜리메이터에 위치(차폐)

- 회수 계획 수립·실행: 선원안내관 분리 후 콜리메이터를 들어올려 선원을 바닥

으로 떨어뜨림 → 조사기와 납담요로 차폐 → 원격집게로 선원을 조사기에 역방향으로 장입 → 저장시설로 운반 → 빈 조사기를 이용하여 원래 조사기로 회수

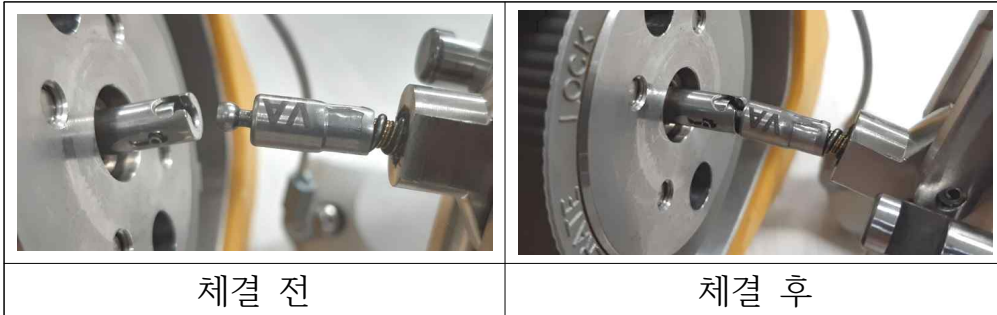


< 선원 분리 및 임시 차폐 조치 >

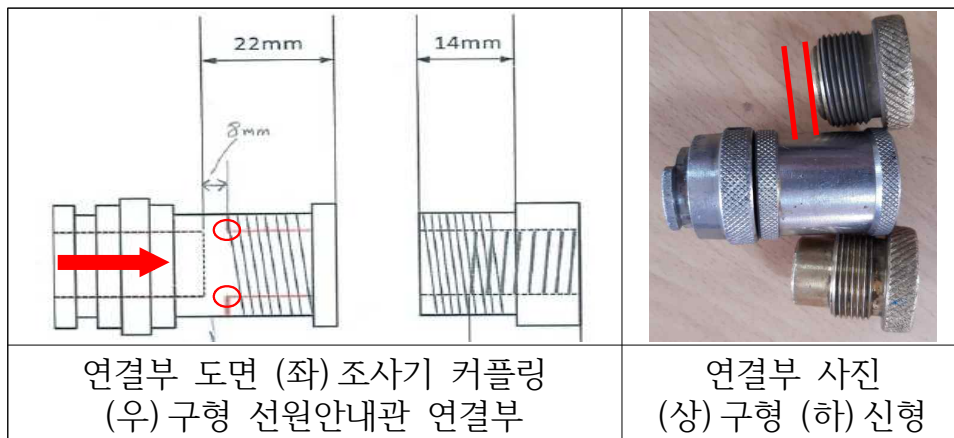


< 역방향 임시 장입된 선원을 원래 조사기로 회수 >

- 제작사는 해당 장비 기능상의 문제점은 없으나 선원이 완벽히 체결되지 않은 상태에서 인출되어 이탈되었을 것이라는 검토의견을 제출하였습니다. 현장 조사 결과, 선원 이탈은 다음과 같은 두 가지 가능성이 복합적으로 작용해 발생한 것으로 추정됩니다.
- 선원(pigtail)과 조작케이블(male ball)이 완벽히 체결되지 않은 상태(이물질, 작업자 미숙 등)로 선원 조작 시 충격에 의한 이탈 가능



- 조사기 커플링과 구형 선원안내관 연결부 결합 시 내부에 간격(8 mm)이 생겨 선원 조작 시 연결부 모서리와 물리적 충돌 가능



- 방사선영향평가 결과, 해당 사건과 관계된 모든 작업자의 피폭방사선량(최대 0.43 mSv)은 방사선작업종사자 선량한도 미만으로 해당 피폭으로 인한 방사선학적 영향은 미미한 것으로 평가되었습니다.
- 유사 사건의 재발을 방지하기 위하여 A사업자는 사용전 점검(선원 체결 시 이물질 존재 확인, 완벽 체결 여부 점검) 및 작업자 안전교육(장비 조작·관리법, 사건사례 전파, 비상대응 훈련) 강화를 통한 안전의식 제고 조치를 취하였습니다. 더불어 해당 장비 제작사는 선원안내관과 조사기 결합부 내부에 간격이 발생하지 않도록 연결부를 긴 형태로 설계를 개선하기로 하였으며, 기존 사용자에게도 설계가 개선된 연결부를 사용하도록 권고하였습니다.

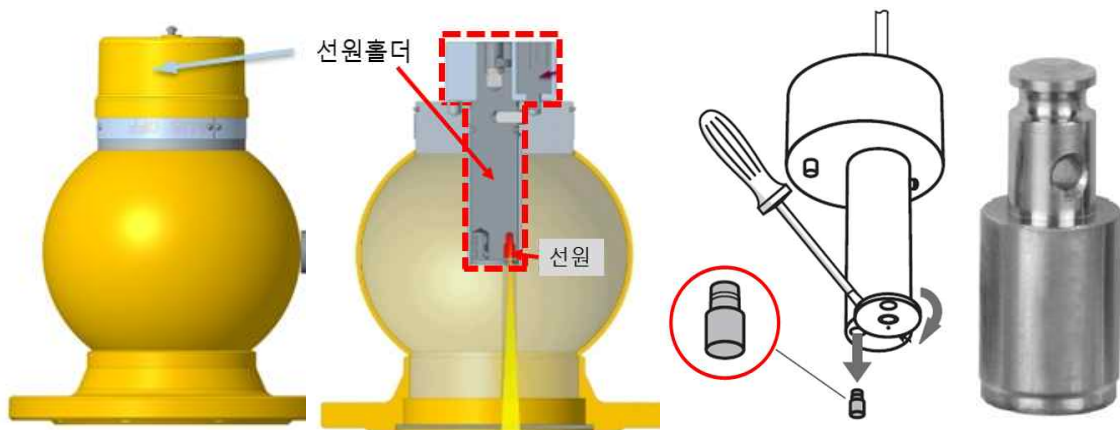
## II. 준위 측정용 밀봉선원 분실 사건 (2020년 12월)

- B사업자는 밀봉선원(방사성동위원소 Cs-137, 185 MBq)을 분쇄 목재 준위 측정 (레벨게이지) 용도로 사용하였습니다. 기기 신호가 약해져(1994년 제조, 반감기 약 30년) 밀봉선원 교체를 계획하고 점검하는 과정에서 선원홀더 유실을 인지하였습니다. 선원홀더는 사업장내에서 발견되었으나, 밀봉선원은 이탈되어 분실되었습니다.

※ 관련 보고 규정: 원자력안전법 제97조(도난 등의 신고) 및 원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정 제4조(보고대상) 별표 1.2



<레벨게이지 선원홀더 유실 전·후>



<레벨게이지 컨테이너 및 밀봉선원, 선원홀더>

- 해당 건물 근무자, 전환 배치자, 퇴사자, 전임 안전관리자 등을 면담하였으나 기기 분해·유지보수 등 특이사항은 없었다고 진술하였습니다. B사업자 및 KINS 현장조사팀은 사업장 내부를 여러 자원(휴대용GM관, HPGe, NaI(Tl)탐재 탐사차량)을 동원하여 탐색하였으나 선원을 회수하지 못하였습니다.

- 현장조사 결과, 컨테이너의 실린더볼트 고정부가 훼손된 것을 확인하였고, 손상 부위의 형태, 재질, 단면 상태 등을 고려할 때 공구 사용 등 인위적으로 손상이 발생했을 가능성을 배제할 수 없다고 판단하였습니다. 고정부 훼손으로 고정 능력이 상실된 선원홀더가 공정상의 충격·진동에 의하여 분리 추락하고, 그 충격으로 밀봉선원이 선원홀더로부터 이탈되어 목재 분진 등과 함께 일반폐기물로 처리된 것으로 추정됩니다.



< 컨테이너에서 확인된 손상: 선원홀더 고정 능력 상실 >



< (좌)정상 상태 (우)손상 상태 >

- 방사선영향평가는 밀봉선원의 사용 환경, 외형, 소재를 고려하여 피폭을 유발할 수 있는 세 가지 대표 시나리오에 대하여 수행하였습니다. 재활용 고철, 토양 매립, 임의 보관 시나리오에 대하여 평가 결과 방사선 영향은 미미할 것으로 판단됩니다.

- B사업자는 방사선기기가 훼손된 사실을 인지하지 못하고 있었습니다. 정비·유지 보수 이력을 관리하지 아니하였고, 업무대행으로 인해 기기 관리 체계가 이원화 되어 미흡한 부분이 있었습니다. 또한, 누설점검 결과를 허위로 기록하고, 방사선량률을 실측하지 아니하여 선원의 부재를 인지하지 못하는 결과를 초래하였습니다. B사업자는 유사 사건을 방지하기 위하여 다음과 같은 재발방지대책을 수립하였습니다.
  - 매주 육안 점검으로 체결상태 확인
  - 점검 및 관리 이력 관리 철저
  - 공정상 진동, 고장 등 특이사항 발생 시 방사선기기 정상 여부 확인
  - 전직원 대상 방사성동위원소 관련 교육

#### 4 교훈 및 조치사항

- ※ 방사선안전관리 상의 유사 사고 재발을 방지하기 위하여 사건발생 원인 분석으로부터 도출한 교훈을 아래와 같이 공유하오니, 방사성동위원소등 허가사용자께서는 이를 숙지하여 자체 방사선안전관리 체계 개선 등에 참고하시기 바랍니다.
- 방사선투과검사용 감마선조사기 사용전 점검
  - 최초 작업 개시전 점검뿐만 아니라, 촬영 장소 이동 후 선원과 조작케이블을 재체결할 경우에도 점검하여 선원 이탈의 우려가 없는지 확인하여 주시기 바랍니다.
  - 선원과 조작케이블 연결부에 이물질이 있을 경우, 완전한 체결이 되지 아니하고 비교적 약한 물리적 충격에 의해 이탈될 가능성이 있으니 유의하시기 바랍니다.
- 방사선투과검사용 선원 이탈시 행동요령 교육
  - 만약 선원 이탈을 인지할 경우, 피폭선량 저감을 위한 안전조치(차폐 보강, 관리구역 확대 등)를 취하고, 현장 안전관리자 등에게 비상대응절차에 따라 보고하여 주시기 바랍니다.
  - 충분한 시간을 가지며 회수 계획을 세우고, 필요할 경우 안전한 곳에서 예비 연습을 통해 역할 분담 등을 철저히 익힌 뒤 회수 조치를 진행하시기 바랍니다.

- 방사선기기 점검 및 이력 관리 철저
  - 다음의 경우에는 방사선기기의 기능 및 외관이 정상인지를 점검하시고 기록을 남겨 관리하여 주시기를 권고합니다.
    - 방사선기기를 유지보수 하거나, 부품을 교체한 경우
    - 공정에 충격 또는 고장이 발생한 경우, 정지 후 재가동 할 경우
    - 위의 사항에 준하는 특이사항이 발생한 경우
  - 점검시에는 규정에 맞는 올바른 측정 방법으로 방사선량률 등을 측정하여 기록해 주시고, 특히 인원이 자주 접근하지 않는 곳에 설치된 방사선기기의 경우 주기적 육안 점검을 통해 선원 존재 여부를 확인하시어 분실을 예방하여 주시기 바랍니다.

작성자: 한국원자력안전기술원 방사선비상대책실

이정태 선임연구원

(☎) 042-603-3062, (✉) k735ljt@kins.re.kr