

## 연구로 2호기 수조 콘크리트 자체처분을 위한 피폭선량 평가

홍상범, 김계홍, 김상철\*, 정운수, 정경환, 박진호

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

\* 한일플랜트서비스, 경기도 안양시 만안구 안양7동 202-4

[sbhong@kaeri.re.kr](mailto:sbhong@kaeri.re.kr)

연구로 2호기 수조 콘크리트 해체과정에서 중성자에 의해서 방사화된 부분과 방사화 되지 않은 부분을 구분하기 위하여 우선 방사능분포를 측정하였다. 연구로 2호기 수조 콘크리트 내부 표면으로부터 깊이별로 방사능 분석을 하였고, 그 결과를 바탕으로 “연구로1,2호기 해체폐기물 관리절차서”에 제시하고 있는 방사성폐기물과 비방사성폐기물로 구분하여 해체를 진행하였다. 해체과정은 우선 비방사성폐기물을 Wire Saw 장비를 이용하여 절단하였고, 방사화된 부분은 Green-House를 설치하여 오염의 확산을 방지하고 Back-hoe를 이용하여 원격으로 해체를 진행하였다. 해체과정에서 발생된 비방사성 콘크리트폐기물을 자체처분을 위해서 국내의 콘크리트 재활용 유통경로를 바탕으로 피폭시나리오를 구성하여 피폭방사선량을 평가하였다. 이렇게 선정된 각각의 시나리오에 대하여 피폭선량 평가를 위한 수학적 모델 수립 및 적절한 전산코드를 적용하여 개인선량 및 집단선량을 평가하였다. 입력변수는 국내의 실정을 반영하고, 국외의 자료를 비교하여 보수적으로 선정하였다.

방사선원 항의 경우 수조 콘크리트의 방사화된 부분을 분석한 결과 다양한 핵종이 검출되었다. 이러한 결과를 바탕으로 대상 콘크리트의 핵종별 방사능 농도를 측정된 결과 Co-60 및 Cs-137 핵종이 검출되었으며, 그 농도는 검출하한치인 0.013 Bq/g 미만으로 측정되었다. 예상피폭선량을 계산하기 위해서 수조 콘크리트 내부 표면에서 검출된 핵종에 대하여 측정된 결과를 바탕으로 Co-60 및 Cs-137 뿐만 아니라 보수적으로 H-3, C-14, Fe-55, Ni-63, Cs-134, Eu-152 및 Eu-154에 대해서 검출된 최대방사능값을 이용하여 피폭선량을 보수적으로 평가하였다. 평가에 적용된 핵종별 농도 및 과학기술부 고시 2001-30호에 제시된 핵종별 자체처분 제한농도를 표 1에 제시하였다. 평가에 적용한 콘크리트의 수량은 약 831.5톤이 발생되었으나, 피폭선량 평가에는 보수적으로 1000톤으로 가정하였다. 피폭선량 평가를 위한 시나리오는 발생가능한 모든 피폭시나리오를 현실적으로 평가하여 도로건설에 재활용되거나, 매립 처분된다고 가정하여 시나리오로 구성하였다. 각각의 시나리오에 대한 피폭경로를 고려하여 표 2에 제시하였다. 선량평가를 위한 선량환산인자의 경우 국내에서는 방사선방호기준으로 ICRP 60에서 권고한 유효선량(Effective Dose) 개념을 적용하여 평가하였다. 외부피폭의 경우 ICRP74(1996)의 선량환산인자를 적용하여 평가하였고, 내부피폭의 ICRP-67, 69, 72, IAEA Safety Series 115(1996) 및 ICRP가 1998년도에 제작한 The ICRP Database of Dose Coefficients를 적용하였다. 피폭선량 평가결과 국내 자체처분규정에서 제시하고 있는 개인피폭선량 10 $\mu$ Sv/y 및 집단선량 1man.Sv/y을 충분히 만족하는 것으로 평가되었으며 그 결과를 그림 1, 2에 제시하였다.

표 1. 자체처분 선량 평가를 위해 적용된 핵종별 농도 및 처분제한치

| 자체처분폐기물의 처분제한치 계산 근거 |      |        |                       |                        |           |
|----------------------|------|--------|-----------------------|------------------------|-----------|
| 구 분                  |      | 핵 종    | 제한 농도:<br>X(i) [Bq/g] | 핵종별 농도:<br>Y(i) [Bq/g] | Y(i)/X(i) |
| 비가연성잡고체              | 콘크리트 | H-3    | 100                   | 0.108                  | 1.08E-3   |
|                      |      | C-14   | 100                   | 0.032                  | 3.20E-4   |
|                      |      | Fe-55  | -*)                   | 0.200                  | -         |
|                      |      | Ni-63  | -                     | 0.250                  | -         |
|                      |      | Co-60  | -                     | 0.013                  | -         |
|                      |      | Cs-134 | -                     | 0.013                  | -         |
|                      |      | Cs-137 | -                     | 0.013                  | -         |
|                      |      | Eu-154 | -                     | 0.013                  | -         |
|                      |      | Eu-152 | -                     | 0.013                  | -         |
| 합 계                  |      |        |                       |                        |           |

\*) 가타 방사성핵종으로 분류되어 개인 및 집단선량 평가 후 기준치를 만족함을 입증해야 함.

표 2. 고려된 시나리오 및 피폭경로

| 시나리오 |                      | 구분  | 피폭경로 |    |    |
|------|----------------------|-----|------|----|----|
|      |                      |     | 외부   | 흡입 | 섭취 |
| 처리   | 콘크리트 매립 및 재활용을 위한 처리 | SC1 | 0    | 0  | 0  |
| 운송   | 콘크리트 운송              | SC2 | 0    | -  | -  |
| 선/하역 | 콘크리트 선적 및 하역         | SC3 | 0    | 0  | 0  |
| 재활용  | 콘크리트를 이용한 도로건설       | SC4 | 0    | 0  | 0  |
|      | 도로 위 운전자 피폭          | SC5 | 0    | -  | -  |
| 매립   | 콘크리트 매립처분            | SC6 | 0    | 0  | 0  |
|      | 매립장 폐쇄 후 거주          | SC7 | 0    | 0  | 0  |

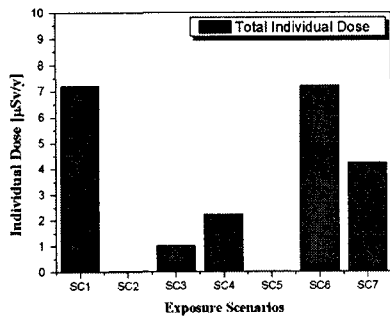


그림 1. 시나리오별 개인피폭선량

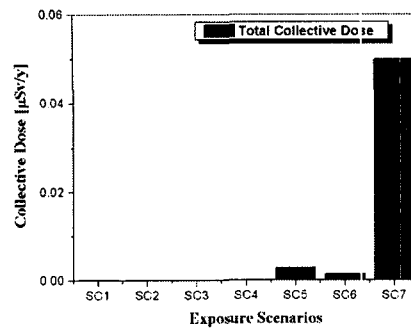


그림 2. 시나리오별 집단선량 평가결과