

국내 동위원소(RI) 방사성폐기물의 육상운반 방사선영향평가

서명환*, 홍성욱, 박진백

한국원자력환경공단, 대전광역시 유성구 가정로 168 KT가정빌딩

*mhseo@korad.or.kr

1. 서론

한국원자력환경공단(이하 공단)은 중저준위방사성폐기물 1단계 동굴처분시설(이하 환경관리센터)을 운영하고 있다. '중저준위 방사성폐기물 관리 시행계획'에 따라 대전 RI(Radioactive Isotopes) 폐기시설에서 임시로 보관 중인 RI 방사성폐기물을 단계적으로 환경관리센터로 운반할 계획이며, 2015년에 200 L 드럼 400개 분량의 RI 방사성폐기물을 운반할 계획이다. 이를 위해 운반대상 RI 방사성폐기물의 육상운반에 따른 운반 작업자 및 일반인에 대한 예상 방사선피폭선량을 예측하였으며, 그 결과를 국내 방사선 선량한도와 비교하였다.

2. 본론

2.1 저장현황 및 운반대상 방사성폐기물

2014년 말 기준, 병원, 산업체 등에서 발생하여 대전 RI 폐기시설에서 임시보관 중인 RI 방사성폐기물은 200 L 드럼 기준으로 개봉선원과 밀봉선원이 각각 약 2900드럼 및 300드럼이다.

2015년 운반 예정인 방사성폐기물은 개봉선원 중 잡고체폐기물 400드럼이며, 플라스틱, 종이, 비닐 등으로 구성되어 있다.

2.2 운반경로 설정 및 운반 방법

RI 방사성폐기물이 보관된 대전에서 환경관리센터까지 육상운반경로는 크게 고속도로, 국도 및 철도가 가능하나, 운반시간, 인구밀집지역 및 사고발생률을 고려하여 고속도로와 국도를 운반경로로 설정하였다.

운반에 사용될 차량은 25톤 트레일러이며, 차량에 화물용 철제 컨테이너를 올려 차량 당 50 드럼을 적재할 예정이다. (Fig. 1 참조) 1회 운반 시 4대의 운반차량을 운행하며, 총 2회의 운반이 이루어진다. 컨테이너 내 드럼 적재 모식도는 그림 1에 나타내었으며, 운반경로 세부사항, 차량 제원은 각각 Table 1 및 Table 2에 나타내었다.

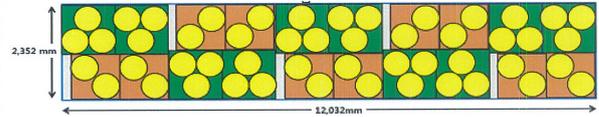


Fig. 1. The Arrangement of Drums in the Container.

Table 1. Specification of the Transporting Vehicle

Trailer	Size (mm)	6,685(L)×2,460(W)×2,880(H)
	Weight (ton)	40
Container	Size (mm)	12,630(L)×2,460(W)×1,410(H)
	Weight (ton)	25

Table 2. Transport Route and Population Density

번호	구간	길이 (km)	구간별 최대인구밀도
1	한국원자력연구원 - 금강휴게소	32.5	3,024명/km ² (대전 대덕구)
2	금강휴게소 - 추풍령휴게소	35.7	100명/km ² (충북 옥천군)
3	추풍령휴게소 - 김천분기점	30.3	136명/km ² (경북 김천시)
4	김천분기점 - 칠곡물류 IC	32.4	686명/km ² (경북 구미시)
5	칠곡물류 IC - 경산 IC	37.3	4,813명/km ² (대구 북구)
6	경산 IC - 경주요금소	45	614명/km ² (경북 경산시)
7	경주요금소 - 환경관리센터	37	204명/km ² (경북 경주시)

2.3 육상운반 평가방법

2.3.1 평가코드

본 평가를 위한 전산해석코드는 RADTRAN을 사용하였다. RADTRAN 코드는 방사성물질의 운반 중 위험도를 평가하기 위하여 미국 SNL에서 개발한 코드이다. RADTRAN은 초기에는 항공기를 포함한 운반수단에 의한 방사성물질의 이동에 대한 방사선영향평가를 위한 계산도구로 사용되었으나, 개선을 통하여 현재는 다양한 이동모델, 경로 및 운반시나리오에 따른 안전성평가를 수행할 수 있는 전산해석코드로 사용되고 있으며, 현재 미국에서 방사성물질의 운반 인허가를 위한 평가코드로 사용되고 있다.

2.3.2 운반시나리오 및 가정사항

본 평가를 위하여 사고가 없는 정상운반시나리오 및 운반차량에 대한 충격에 의하여 드럼이 손상되는 사고운반시나리오를 수립하였다. 고속도로 및 국도에서의 운반차량의 운행속도는 각각 60 km/h와 30 km/h로, 운반차량의 중간 휴식은 고속도로 휴게소에서 30 분간 1회 이루어진다고 설정하였다. 그 외의 가정사항은 아래와 같다.

- 정상운반 시 모든 운반용기는 손상되지 않음
- 감마선에 의한 피폭만을 고려함
- 트럭 자체의 차폐장치는 없음
- 운반대상 드럼의 선원항 및 방사선량률은 실제 측정값을 사용함
- 운반차량 운전원은 차량 당 2명으로 함
- 피폭대상은 차량운전원, 일반인, 상·하차 작업자로 구분함
- 피폭대상 일반인은 트럭으로부터 반경 800 m 범위 내에 존재하는 대상으로만 설정함
- 상차 시 6명의 작업자가 운반물로부터 0.1 m 거리에서 차량당 3.25 시간동안 작업함
- 하차 시 3명의 작업자가 운반물로부터 0.1 m 거리에서 차량당 1.5 시간 동안 작업함
- 휴식을 위한 정차 시 차량과 일반인의 최소, 최대거리는 각각 1 m와 70 m로 설정함
- 운반사고는 각 구간에서 차량 한 대에 발생함
- 사고 시 드럼의 손상에 의한 방사성핵종 누출량은 운반차량 내 전체 핵종량의 0.1%로 설정함
- 사고 시 주변인 피폭경로는 호흡에 의한 외부피폭만 고려함

위 가정사항들을 바탕으로 하여 정상운반조건에서의 일반인 및 작업자의 집단피폭선량과 경로 주변 및 정차지 주변의 예상인구수를 고려하여 평균 개인피폭선량을 계산하여 선량한도와 비교하였다. 또한 운반사고 시 드럼의 손상에 의하여 방출되는 방사성핵종의 피폭경로 별 집단 및 평균개인선량을 운반경로 구간 별로 계산하여 일반인 연간피폭선량한도(1 mSv)와 비교하였다.

2.4 육상운반 방사선영향평가 결과

정상운반조건에서의 피폭대상 별 집단 및 400 드럼 전량 운반 시 운반작업자, 상·하차 작업자 및 일반인에 대한 평균개인피폭선량 계산결과를 Table 3에 나타내었다. 2회 운반 시 평균개인피폭

선량은 연간선량한도의 0.06~16.3%로 예측되었다.

Table 3. Dose Rates during Non-incident Condition

대상	집단선량 [man·mSv]		2회 운반 평균 개인 피폭선량 (mSv)	법적 기준치 (mSv/yr)
	1회 운반 (200드럼)	2회 운반 (400 드럼)		
운반 작업자	7.72E-03	1.54E-02	7.72E-03	12
일반대중	4.26E-02	8.52E-02	6.36E-05	1
상·하차 작업자	4.12E-01	8.23E-01	1.63E-01	50

운반사고조건에서의 운반구간 별 피폭선량 계산 결과를 Table 4에 나타내었다. 일반인의 연간 개인 피폭선량한도인 1 mSv에 비하여 미미한 값을 확인하였다.

Table 4. Dose Rates during Incident Condition

구간번호	총피폭선량	
	단위 : man·mSv(집단) / mSv(개인)	
1	집단	1.55E-01
	개인	3.65E-08
2	집단	1.94E-03
	개인	1.38E-08
3	집단	2.23E-03
	개인	1.17E-08
4	집단	1.20E-02
	개인	1.25E-08
5	집단	2.81E-01
	개인	4.17E-08
6	집단	1.49E-02
	개인	1.74E-08
7	집단	4.07E-03
	개인	1.42E-08

3. 결론

본 평가에서는 방사성폐기물 운반에 따른 운반경로 주변의 사람들에 대한 방사선적 영향을 예측하였다. 평가 결과, 정상운반 및 사고조건 모두 방사선 영향이 선량한도 이내에 있음을 확인하였다.

4. 참고문헌

[1] RADTRAN 6 / Radcat 6 User Guide, Sandia National Laboratory, 2013.