

## 중·저준위 방사성폐기물 운반용기 유형에 따른 안전성 평가 분석

이상현, 이상철, 전종선, 장미숙, 한병섭

(주)에네시스, 대전광역시 유성구 박산로 140번길 100

shlee@enesys.co.kr

### 1. 서론

현재 국내에서 발생하는 중·저준위 방사성폐기물은 원자력발전소 부지 내 임시 저장시설에 저장관리 되고 있으며, 경주 중·저준위 방사성 폐기물 영구처분시설 완공 후 단계적으로 저장 할 계획이다.

방사성폐기물은 운반 시 안전성 및 기술성에 대한 신뢰도를 확보하여야 할 뿐 아니라 최적의 운반 시나리오를 작성하여 한다.

본 연구에서는 중·저준위 방사성폐기물을 해상에서 정상운전 시 폐기물 유형에 따른 안정성 평가를 수행하였다.

### 2. 본론

발전소에서 발생하는 중·저준위 방사성 폐기물을 처분장에 이송하기 위하여 고리, 영광, 울진 원자력발전소에서 월성원자력발전소 물량장까지의 해상 운반 경로를 이동한다. 이동 중 발생하는 사고는 없으며, 정상운전시 피폭되는 개인피폭선량 평가를 수행한다. 프로그램에 필요한 입력값은 각각의 자료를 조사하여 적용하였다.

정상 운반조건에서 해상운반 중 육지에 있는 주민피폭을 평가하기 위해 해상위에 정박하였다고 가정하여 임의의 정박 위치에서 부산, 울산, 경주 주민들에 대한 피폭 영향을 평가하였다.

#### 2.1 수송관련 주요 구성요소

##### 2.1.1 수송선박

방사성폐기물 수송선박은 전용선박으로 INF-2급 또는 INF-3급 선박이 될 수 있다. 수송선박의 속성으로는 선박척수, 전장, 선폭, 총톤수, 최대 수송용기 저장량, 승무원 수, 최대 속력, 항해속력, 연속운항거리, 항속거리 등이 있다. 국내에는 중·저준위 방사성폐기물 전용 운반선 “한진청정누리호”의 제원을 사용하였다.

##### 2.1.2 해상수송 경로 및 소요시간

중간저장시설의 부지위치에 따라 각 원전부지와의 개략적인 해상수송 거리 및 운항 소요시간

을 표1에 나타냈다. 운항 소요시간은 한진청정누리호의 만재시 운항 속도 12Knot (22.2km/h)로 가정하였으며, 운항거리에 따른 소요시간을 도출할 수 있다.

Table 1. 중간저장시설 부지위치별 예상 운항거리.

저장시설 부지	원전	운항거리	비고
경주 중저준위 방사성폐기물 처분장	울진	약 75km	
	고리	약 265km	
	영광	약 1,140km	

##### 2.1.3 수송용기 선적/하역 시간

사용후핵연료를 해상수송하기 위해서는 원전 또는 중간저장시설의 물량장에서 수송선박에 적재 수송용기를 선적 또는 하역을 해야만 한다. 본 보고서에서는 각 물량장에서 수송용기의 선적 및 하역작업은 130개의 방사성폐기물 운반용기를 인수인계 및 검사작업을 포함하여 약 2일(48H)이 소요된다고 가정하였다.

##### 2.1.4 방사성폐기물 표면선량률

각 방사성폐기물 유형에 따른 200L 드럼의 평균 방사능량을 사용하였으며, 1m 거리에서의 표면선량률은 감사선 대표핵종의 환산인자를 도출하여 MCNP코드를 이용한 값을 도출하여 적용하였다.

Table 2. 드럼별 선량 대 방사능 환산인자 값.

단위 : mR/hr/mCi

핵종 \ 종류	잡고체	폐필터
Co-58	1.78E+00	1.16E+00
Co-60	4.95E+00	3.52E+00
Cs-137	1.01E+00	6.45E-01
Ce-144	9.09E-03	2.44E-03
Co-58	1.57E+00	1.77E+00
Co-60	4.46E+00	4.92E+00
Cs-137	8.94E-01	1.01E+00
Ce-144	6.80E-03	1.15E-02

Table 3. 드럼종류별 계산된 표면선량(mR/hr).

드럼 종류	잡고체	폐필터	폐수지	농축폐액
Calculate Dose Rate	6.9	153.4	140.7	21.8

## 2.2 평가 방법 및 결과

### 2.2.1 평가방법

방사성폐기물 운반선을 이용한 정상운전 시 선원 및 경로 내,외에서 받는 피폭량을 평가하기 위해 농축폐액, 잡고체, 폐수지, 폐필터로 나누어 운반중 선원이 받는 피폭량을 평가하였으며, 고리원자력발전소에서 월성원자력발전소 물양장까지 폐수지 폐기물을 운반하는 도중 정차시 주민이 받을 수 있는 피폭량을 평가하기 위해 방사성폐기물 운반선이 항해경로를 따라 이동하는중 해상에서 정박하였다고 가정하여 정박 위치에서 부산, 울산, 경주의 주요 해수욕장 이용객들에 대한 피폭 영향을 평가하였다.

### 2.2.2 평가결과

폐기물 유형에 따른 고리원자력발전소에서 월성 물양장까지 운반시 선원이 받는 피폭선량은 Table 4와 같다.

Table 4. 경로 운반시 작업자 피폭 선량.

단위 : PERSON-REM

	선원피폭			
	농축폐액	잡고체	폐수지	폐필터
고리-월성	5.25E-05	7.86E-06	6.47E-05	1.25E-04

방사성폐기물을 고리원자력발전소에서 월성 물양장까지 운반시 해상 정박을 가정할 경우 이용객들이 받는 피폭선량은 Table 5와 같다.

Table 5. 경로 운반시 작업자 피폭 선량.

단위 : PERSON-REM

	폐수지		
	부산	울산	경주
point 1	5.33E-03	8.82E-04	2.03E-04
point 2	5.46E-03	9.56E-04	2.44E-04
point 3	4.84E-03	8.82E-04	2.69E-04
point 4	4.39E-03	9.56E-04	3.09E-04
point 5	3.14E-03	8.64E-04	3.09E-04
Average	4.63E-03	9.08E-04	2.67E-04

## 3. 결론

원전에서 발생하는 방사성폐기물 유형에 따른 값을 도출하였으며, 주요구성 요소를 조사하여 실제 운반에 필요한 값을 적용하여 연구를 수행한 결과 연간피폭선량 한도를 넘지 않았다. 향후 방사성폐기물 운반용기 적재방법에 따른 피폭평가를 수행할 예정이며, 실제 운반과정에서 발생하는 방사선 피폭량을 비교 평가하기 위해 MCNP모델링을 수행할 예정이다.

## 4. 감사의 글

본 연구는 방사성폐기물관리공단에서 발주한 용역사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 5. 참고문헌

- [1] KRMC, "사용후핵연료 수송·저장 개념평가 분야 기술현황 분석 보고서", 2009.
- [2] KRMC, "수송 시나리오 설정 보고서".
- [3] KINS, "방사성물질 수송의 모든 것", KINS/ER-064.
- [4] KAERI, "사용후핵연료 소의수송 방안분석 용역 최종보고서", 2008.
- [5] 원자력환경관리센터, "방사성폐기물 수송시스템 방안분석 최종보고서".
- [6] 이재민외, "방사성폐기물 해상운송 경로별 위험도 평가", 2007 한국방사성폐기물학회 춘계학술대회 논문요약집 등.