

## 방사성폐기물 해상운송 경로별 위험도 평가

이재민, 전종선, 김태현, 박상규, 한병섭  
(주)에네시스, 대전광역시 유성구 장대동 337-2번지  
[imlee@enesys.co.kr](mailto:imlee@enesys.co.kr)

### 1. 서론

중·저준위 방사성폐기물 처분시설이 2009년 말 가동을 목표로 현재 환경영향 평가, 상세설계 및 안전성 평가 등의 단계를 진행하고 있다. 현재 처분 부지로 결정된 경주시 월성 부근에 항만 건설을 위한 사업 및 전용운반선 설계가 진행 중에 있다. 중·저준위 방사성폐기물의 처분 수송은 현재 보관중인 임시 저장고에서 소내 항만 시설로의 이동과정, 선적, 해상운송로를 통해 처분시설 항만으로의 이송 그리고 처분장의 인수시설로의 이동 및 처분고 적재 등으로 이루어진다. 이러한 과정 중에 폐기물 운반용기 및 운반 조건 등의 다양한 것들이 관련 법규를 준수하여야 하고 또한 그 안전성을 입증하여야 한다. 구조물, 운반용기, 운반차량의 안전성 이외에도 수송 시 작업환경, 사고 시 환경영향 및 인간에 대한 체내외 피폭 평가 등의 다양한 평가가 요구된다. 본 연구에서는 RADTRAN 5.6 을 이용하여 해상운송시의 위험도를 평가하였다.

### 2. 운송위험도 평가

RADTRAN 5.6 을 이용하여 영광, 울진, 고리 원전으로부터 중·저준위폐기물 처분부지까지의 해상운송을 모사하여 위험도 예비평가를 수행하였다. 각 부지로 부터의 해상운송 거리는 영광, 울진, 고리 원전이 각각 478 km, 146 km, 51 km이다. 한국 인구밀도는 2005년 11월1일 기준 1 km<sup>2</sup>당 474 명을 기준으로 하였고 선박의 속도는 10노트, 18.52 km/h로 가정하였다. 해상 통행밀도는 시간당 50 척으로 하였고 선박에는 20 명의 선원이 탑승하는 것으로 설정하였다. 사고 빈도는 영국 NIREX의 1회 항해당 사고를 보수적으로 적용하였으며 fatality는 영국 NIREX의 5.36E-6/yr를 1회 항해당 사고로 보수적으로 적용하였다. 사고 유형은 충돌로 인한 핵종누출과 화재로 인한 핵종누출 두 가지에 대하여 적용하였다. 각각의 사고빈도는 영국 NIREX의 자료를 인용하였으며 해상운송시 충돌의 경우 항해당 핵종누출 확률 1.68E-4, 화재의 경우 1.78E-5를 적용하였다. 각각의 사고 해석을 위한 선원항 설정은 다음 표와 같다. IP 형 용기에 200 리터 드럼의 경우 8개, 320 리터 드럼의 경우 4개를 운송하는 것으로 설정하였다. 핵종 농도 자료와 사고시 누출율은 한수원(주)의 방사선환경영향평가에 사용된 자료를 인용하였다.

각 원전별 해상운송의 위험도 평가는 위 표의 폐기물을 단일 종류별로 IP 형 용기 150개를 1회 운송하는 것으로 설정하였다. 중·저준위 방사성폐기물의 운송과정에서의 방사선 영향은 매우 적은 것으로 나타났다. 다음 표에 각 운송경로별 위험도 평가 결과를 나타내었다.

표 1. Total Population Risk [LCFs] - Accident

운반폐기물 \ 운송경로	영광-처분부지	울진-처분부지	고리-처분부지
잡고체-초고압	2.01E-09	6.13E-10	2.14E-10
잡고체-일반	1.87E-09	5.71E-10	1.99E-10
농축폐액-시멘트	2.10E-09	6.41E-10	2.24E-10
농축폐액-파라핀	3.30E-09	1.01E-09	3.53E-10
폐수지-시멘트	1.20E-06	3.68E-07	1.29E-07
폐수지-건조	4.56E-07	1.39E-07	4.87E-08

동일한 사고 위험도 정보를 바탕으로 영광-고리-울진-처분부지로의 연결 운송에 대한 수송위험도를 평가하였다. 영광에서 84 개의 수송용기를 적재후 고리에서 38 개를 추가 적재후 다시 울진에서 28 개, 총 150 개의 수송용기를 처분부지로 운반하는 경로를 평가하였다. 각 원전별 적재용량은 임시저장고 용량에 비례하여 설정하였다. 구간별 거리는 영광에서 고리까지 424 km, 고리에서 울진까지 197 km, 울진에서 처분부지까지 146 km로 설정하였다. 운반 대상 폐기물은 잡고체 일반 드럼과 폐수지 시멘트 드럼에 대하여 평가를 수행하였다.

표 2. Total Population Risk [LCFs] - Accident 2

운반폐기물 \ 운송경로	영광-고리	고리-울진	울진-처분부지
잡고체-일반	1.71E-09	1.83E-10	1.36E-10
폐수지-시멘트	1.07E-06	4.97E-07	3.68E-07

### 3. 결론

RADTRAN 5.6을 이용하여 각 원전에서 중·저준위폐기물 처분부지까지의 해상운송을 모사하여 위험도 예비평가를 수행하였다. 위 평가 결과 이외에도 정상운송시의 총주민피폭량은 운송거리가 가장 긴 영광에서의 운송이 6.68E-05 Sv, 사고시의 경우 역시 영광에서 처분부지로의 직접 운송시, 폐수지-시멘트 단일 운송에 대하여 2.41E-05 Sv로 평가되는 등 비교적 위험도가 작음을 알 수 있었다. 그러나 수송안전성에서 중요한 선박 항해시의 위험도 관련 인자의 경우 NIREX의 보고서를 인용하였다. 보다 현실적이고 정확한 평가를 위해서는 이러한 선박 항해시의 위험도 관련 인자에 대한 국내 자료를 확보함과 동시에 사고시의 핵종 누출율에 대한 평가가 요구된다.