

## 사용후핵연료 수송방안 분석 평가 체계 구축

성기열, 윤정현, 김태만, 김형진, 이수홍\*

한국방사성폐기물관리공단, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

\*(주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328

sskvein@krmc.or.kr

### 1. 서론

사용후핵연료의 소의수송은 안전성에 대한 대국민 신뢰도를 확보해야할 뿐만 아니라, 방사성폐기물기금의 효율적인 운용을 위하여 기술성, 안전성, 경제성을 고려한 최적의 수송방안 수립이 필수적이다. 이를 위하여, 원전에서 발생하는 사용후핵연료를 중간저장 시설까지 효율적으로 수송하기 위한 수송시스템 분석과 가상의 수송경로에 대한 수송 시나리오 평가기술 개발이 필요하며, 이를 위해서는 수송방안 분석절차 및 방법론, 수송 시나리오 구축 방법 및 평가기술, 수송방안 DB 등의 기술 개발이 이루어져야 한다.

본 연구를 통하여 국내외 수송방안 평가 관련 프로그램을 참조하여 우리나라의 환경조건을 반영한 수송방안 분석 평가 체계(프로그램)를 개발하였다.

### 2. 본론

사용후핵연료 수송방안 분석 평가 체계는 요구사항분석-설계-프로그래밍-테스트-검증-유지보수 등의 단계를 통해 개발되었다.

#### 2.1 소프트웨어 요구사항 분석

사용후핵연료 수송방안 분석 평가 체계는 시스템 기본기능, 물량산정, 인프라 설정, Logistic 설정, 시나리오 설정 및 비용평가로 구성된다.

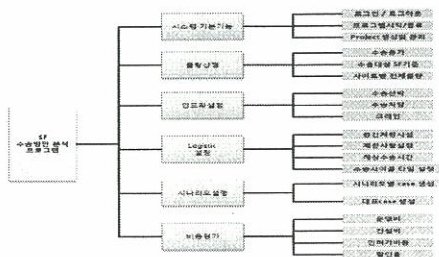


Fig. 1. 프로그램 기능 구성도 및 세부항목

소프트웨어 요구사항 분석에서는 각 기능별 프로그램 요구사항 및 연계사항을 정의하였다.

#### 2.2 각 기능별 프로그램

##### 2.2.1 사용후핵연료 물량산정

사용후핵연료 물량산정은 한수원(주)에서 작성한 2008년 12월말 기준 사용후핵연료 DB 자료를 활용하였다. 전체 물량은 11,121 다발로서, 관련자료 타입은 엑셀형태를 DB로 변환하여 적용하였으며, 사용자가 설정한 조건에 대해서 내부 명령문을 이용하여 물량을 뽑아 낼 수 있도록 개발되었다. 수송용기는 국내외에서 현재까지 개발된 수송용기 제원을 DB화 하여 사용자가 원하는 용기 형태를 프로그램에서 불러오기 할 수 있도록 구성하였다.

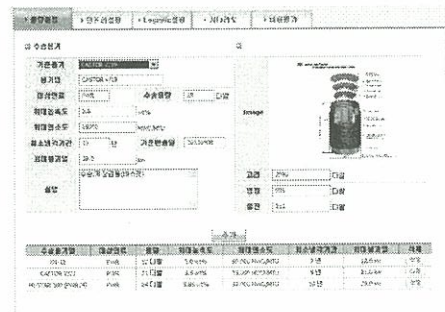


Fig. 2. 물량산정내 수송용기 항목 화면

##### 2.2.2 인프라 설정

인프라 설정항목은 수송선박, 수송차량 및 선하역장비로 구성된다. 수송선박은 사용후핵연료 수송 전용인 INF-2 및 INF-3 등급으로 구분하였다. 또한, 승무원수, 최대 수송용기 적재량, 운항거리, 항해속력, 선박건조비, 적재 및 하역방식을 입력할 수 있도록 프로그래밍 하였다. 수송차량은 원전부지 및 중간저장시설에서 필요한 수량과 단가를 입력할 수 있도록 하였고, 적재하역 방식은 Lo와 Ro를 모두 고려하여 복합적으로 선택할 수 있

으며 각 방식을 선택하면 활성화 될 수 있도록 하였다.

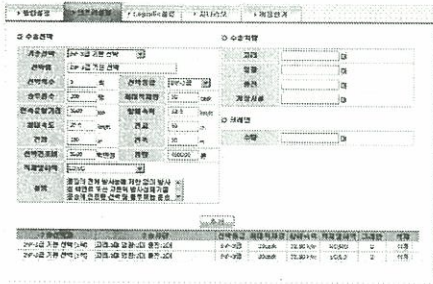


Fig. 3. 인프라 설정 화면

### 2.2.3 Logistic 설정

수송방안 분석을 위한 Logistic을 설정하기 위해서는 중간저장 시설의 위치, 중간저장 시설의 위치에 따른 수송선박의 항해 스케줄 등이 결정되어야 한다. 이를 위해 Logistic 설정 세부항목을 중간저장 시설, 제한사항 설정, 해상수송 거리로 구성하였다.

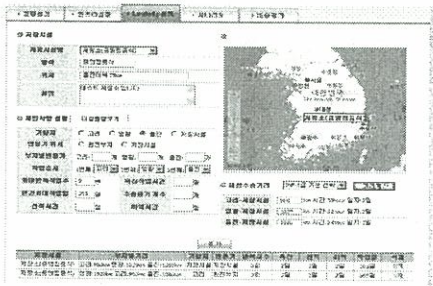


Fig. 4. Logistic 설정 화면

### 2.2.4 시나리오 생성

본 연구에서 개발된 프로그램에서는 사용자가 사용후핵연료 수송물량을 산정하고, 수송용기와 선박, 차량 등의 인프라를 설정하고, 중간저장시설의 위치 선정, 중간저장시설과 발전소간 거리, 운행시간, 일자를 도출하고, 제한설정을 하게 된다. 여기까지가 사용자가 생성한 프로젝트의 시나리오가 된다. 아울러, 각각의 시나리오는 수송사이클 타임 생성에 의해서 다양한 케이스를 얻을 수 있다. 생성된 시나리오의 수에 타임 생성에 의한 케이스를 수를 곱하게 되면 엄청난 양의 시나리오가 생성된다. 따라서, 프로그램에서는 최적인 항일수를 최소화하는 케이스만을 선택할 수 있도록 하였다.

시나리오	수송물량	수송선박	제한사항	제한사항	부담물가	시내일련
001	100000	100000	100000	100000	100000	100000
002	100000	100000	100000	100000	100000	100000
003	100000	100000	100000	100000	100000	100000
004	100000	100000	100000	100000	100000	100000
005	100000	100000	100000	100000	100000	100000
006	100000	100000	100000	100000	100000	100000
007	100000	100000	100000	100000	100000	100000
008	100000	100000	100000	100000	100000	100000
009	100000	100000	100000	100000	100000	100000
010	100000	100000	100000	100000	100000	100000

Fig. 5. 시나리오 생성 화면

### 2.2.5 비용평가

생성된 시나리오 자료를 토대로 시나리오별 비용평가를 위한 항목들을 구성하였다. 비용평가 화면에서는 구성된 시나리오별 수송용기, 수송선박, 관련시설 및 장비, 사용자 정의, 인건비, 운영비 및 유지보수 비용을 입력할 수 있다.

시나리오	수송물량	수송선박	제한사항	제한사항	부담물가	시내일련
001	100000	100000	100000	100000	100000	100000
002	100000	100000	100000	100000	100000	100000
003	100000	100000	100000	100000	100000	100000
004	100000	100000	100000	100000	100000	100000
005	100000	100000	100000	100000	100000	100000
006	100000	100000	100000	100000	100000	100000
007	100000	100000	100000	100000	100000	100000
008	100000	100000	100000	100000	100000	100000
009	100000	100000	100000	100000	100000	100000
010	100000	100000	100000	100000	100000	100000

Fig. 6. 비용평가 화면

## 3. 결론

본 연구에서는 국내 사용후핵연료 수송여건에 적합한 최적의 수송방안을 도출하기 위한 분석체계를 개발하였다. 향후, 개발된 프로그램을 이용하여, 다양한 국내 수송 시나리오에 대한 비용평가를 통해 최적의 수송방안을 도출할 수 있으리라 판단된다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 지식경제부에서 시행한 방사성폐기물 관리기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 5. 참고문헌

[1] "사용후핵연료 수송물량 및 수송비용 분석 프로그램 개발", 한국원자력연구원, 2008.