

## A-KRS에 처분한 파이로 폐기물의 처분 안전성 평가 민감도 분석

강철형

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

chkang@kaeri.re.kr

### 1. 서론

한국원자력연구원에서는 KIEP-21 (Korean, Innovative, Environmentally Friendly, and Proliferation Resistant System for the 21<sup>st</sup> Century)이라는 선진핵연료주기 개념을 설정하고 이를 위하여 Pyro-Process와 SFR 개발에 주력하고 있다. Pyro-Process는 크게 환원 공정과 전기 정련 공정으로 나누어지며, 이들 공정을 통하여 다양한 종류의 폐기물이 발생된다. 또한 한국원자력연구원에서는 2007년부터 이러한 각기 다른 종류의 폐기물을 처분하기 위한 시스템인 선진핵연료주기 폐기물 처분 시스템 (A-KRS) 개념을 개발하고 있다. 이 논문에서는 A-KRS의 처분 안전성을 평가하고 각 입력인자의 민감도를 평가하여 보았다.

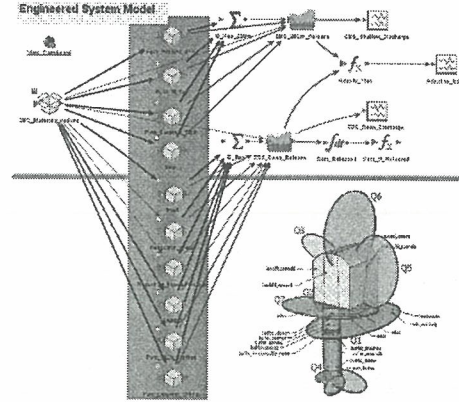


Fig. 1. Schematic View of an EBS for Different Waste Streams

### 2. 평가 모델 및 결과 예

선진핵연료주기 처분 안전성 평가 프로그램은 Goldsim [1]을 이용하여 개발되었으며 복잡한 처분시스템을 평가할 수 있도록 되어 있다. 즉 각기 다른 형태의 여러 종류의 폐기물을 다양한 방법으로 처분하는 A-KRS를 평가할 수 있도록 설계되었다 (그림 1 참조).

처분 안전성평가를 위하여 기준 사용후핵연료 (PWR 4.5 wt% U-235, 45,000 MWD/MTU, 5 years cooling)를 가정하고 이 기준 사용후핵연료로 pyro-process 공정을 거쳤을 때 나오는 폐기물의 양을 계산하였다 [2].

그림 2는 폐기물 고화체의 유출율을  $10^{-5}$  1/yr로 가정하였을 경우 A-KRS의 처분 안전성평가 결과이다.

다음은 안전성평가에 중요한 영향을 미치는 입력인자를 확인하고 그 영향을 평가하기 위하여 입력인자들의 민감도 분석을 수행하였다.

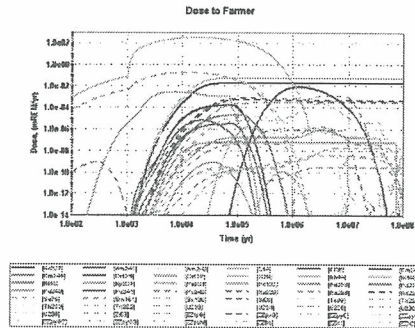


Fig. 2. Annual Individual Dose from Pyro-Process Waste with the Dissolution Rate of  $10^{-5}$  1/yr

표 1에 민감도 분석 평가에 사용된 입력인자와 확률분포를 나타내었다. 입력인자들에 대한 확률분포에 대한 정보가 부족하여 다양한 확률분포를 가정하여 시험한 결과 입력인자의 중요도는 분포 형태에는 크게 영향을 미치지 않았다. 본 평가는 표 1에서와 같이 균등 분포 (Uniform Distribution)와 삼각 분포로 가정하고 Latin Hypercube Sampling 방법으로 200개의 사례 (Case)를 계산한 결과이다.

Table 1. Input Parameters for Sensitivity Analysis

입력인자	확률 분포함수	Parameter	비고
Container Failure Time [yr]	Uniform	Min -1 Max 4	CFI=10**para
Early Time Failure [%]	Triangular	Min 0 Most Likely 0.1 Max 0.5	ETF=para
Waste Dissolution Rate [1/yr]	Uniform	Min -12 Max -5	WDR=10**para
Fracture Length [m]	Triangular	Min 50 Most Likely 100 Max 200	FL=para
Dispersion in Fracture [m]	Triangular	Min -1 Most Likely 0 Max 1	DF=10*10**para
Hydraulic Conductivity [m/s]	Triangular	Min -12 Most Likely -10 Max -8	HC=10**para
Porosity in MWCF	Triangular	Min 0.025 Most Likely 0.05 Max 0.1	PO=para
MWCF Length [m]	Triangular	Min 400 Most Likely 800 Max 1600	ML=para
Dispersion in MWCF [m]	Triangular	Min -1 Most Likely 0 Max 1	AF=50*10**para

본 논문에는 평가 결과 중 흥미 있는 양상을 보이는 결과를 일부 도시하였다. 그림 3은 각 사례의 Peak Dose와 Peak Dose에 이르는 시간을 도시하였다. 그림 4는 Peak Dose와 폐기물 고화체의 유출율과의 관계를 보여준다. 그림 4는 Peak Dose와 폐기물 용기의 파손시간과의 관계를 보여준다.

### 3. 결론

한국원자력연구원에서 개발한 A-KRS에 처분된 파이로 폐기물의 처분안전성과 입력인자의 민감도 분석을 수행하였다. 민감도 분석 결과 폐기물고화체의 유출율, 폐기물용기의 건전성 및 암반 균열의 수리전도도 등이 중요한 인자로 나타났다. 특히 고화체 유출과 관련하여 유출기구 및 유출을 실험 등에 많은 연구가 필요하다.

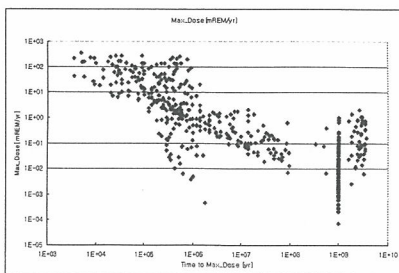


Fig. 3. Peak Dose vs. Time to Peak Dose

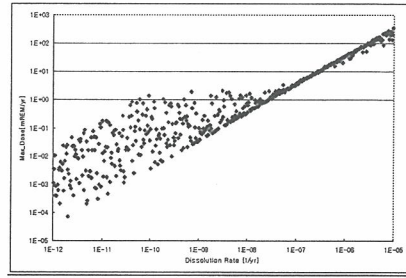


Fig. 4. Peak Dose vs. Waste Dissolution Rate

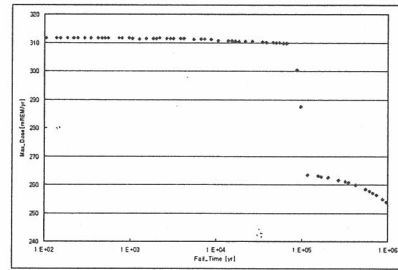


Fig. 5. Peak Dose vs. Waste Canister Failure Time

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기계획사업의 일환으로 수행되었음.

### 5. 참고문헌

- [1] Goldsim, Goldsim Contaminant Transport Module, User's Guide, Goldsim Technology Group, 2006.
- [2] "선진핵연료주기 폐기물 처분안전성 평가," 한국방사성폐기물학회, 2009년 춘계학술발표회 논문요약집, 2009.