

파이로 폐기물중 I-129의 처분 안전성에 미치는 영향 평가

강철형, 정종태

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

chkang@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서는 KIEP-21 (Korean, Innovative, Environmentally Friendly, and Proliferation Resistant System for the 21st Century)이라는 선진핵연료주기 개념을 설정하고 이를 위하여 Pyro-Process와 SFR 개발에 주력하고 있다. Pyro-Process를 통하여 다양한 종류의 폐기물이 발생된다. 이러한 각기 다른 종류의 폐기물을 처분하기 위한 시스템인 선진핵연료주기 폐기물 처분 시스템 (A-KRS) 개념을 개발되고 있다. 현재 이들 파이로 폐기물에 대하여 고려하고 있는 개념에 따르면 금속 폐기물과 고준위폐기물의 경우는 처분을 하고 Cs, Sr 등의 고열량 폐기물은 열량이 충분히 낮아질 때까지 보관을 하며 I-129를 포함한 폐기물의 경우는 추후 고속로나 소멸로에서 소멸 처리하는 것으로 되어 있다. I-129은 용해도가 크고 흡착이 거의 되지 않으며 반감기가 1.59×10^9 년으로 장반감기 핵종의 하나이다. 따라서 I-129의 경우는 처분안전성 평가 기간의 초기부터 후반부까지 가장 중요한 영향을 미치는 핵종으로 알려져 있다. 본 논문에서는 A-KRS 시스템에 처분되는 파이로 폐기물의 처분 안전성에서 소멸 처리 계획인 I-129의 영향을 평가하여 보았다.

2. 평가 결과 및 토의

선진핵연료주기 처분 안전성 평가 프로그램은 Goldsim [1]을 이용하여 개발되었으며 복잡한 처분시스템을 평가할 수 있도록 되어 있다 [2]. 즉 각기 다른 형태의 여러 종류의 폐기물을 다양한 방법으로 처분하는 A-KRS를 평가할 수 있도록 설계되었다 (그림 1과 2 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 [2-4].

GoldSim Model

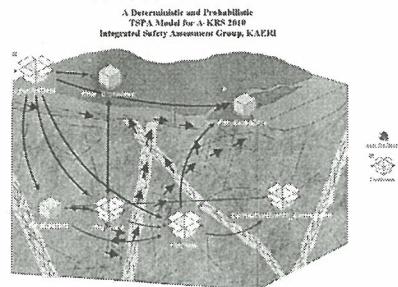


Fig. 1. GoldSim으로 개발한 처분 안전성 평가 시스템

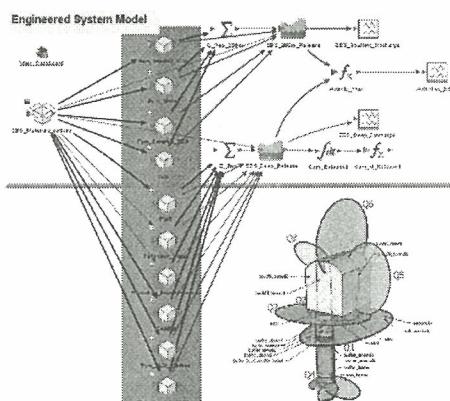


Fig. 2. Schematic View of an EBS for Different Waste Streams

그림 3는 처분 용기의 수명을 1,000년, 폐기물 고화체의 유출율을 10^{-5} 1/yr로 가정하였을 경우 파이로 폐기물을 현재 개념에 따라 고준위 폐기물과 금속 폐기물만을 A-KRS에 처분했을 때 처분 안전성평가 결과이다.

그림 4의 경우는 I-129을 소멸 처리하지 않고 고준위폐기물 및 금속 폐기물과 함께 처분하는 경우의 안전성 평가 결과이다. 그림 3과는 달리 1,000년부터 10⁶년까지 I-129의 영향이 매우 큰 것을 알 수 있다.

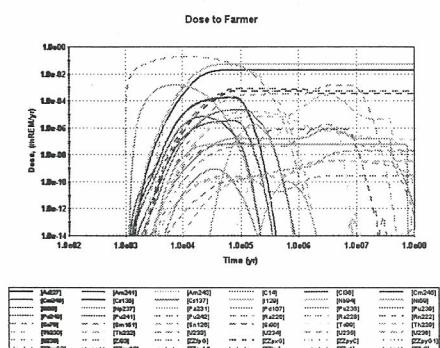


Fig. 3. 고준위 폐기물과 금속 폐기물 만을 처분할 경우

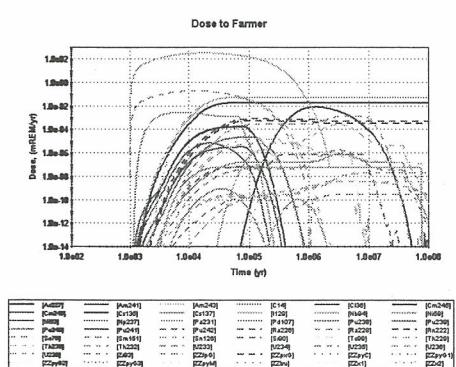


Fig. 4. I-129을 소멸처리하지 않고 고준위 폐기물, 금속폐기물과 함께 처분할 경우

그림 5는 I-129을 소멸 처리할 경우 DF (Decontamination Factor)에 따른 처분 안전성 결과를 보여 준다. 여기서 DF는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{Decontamination Factor} = \frac{\text{mass of nuclide in feed}}{\text{mass of nuclide in waste}}$$

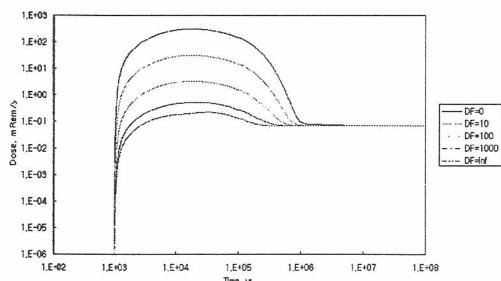


Fig. 5. I-129을 소멸 처리할 경우 DF에 따른 안전성

현재 기술로는 I-129의 DF는 50 ~ 100의 값을 가진다. 여기서 DF=0은 소멸을 하지 않는 경우로 그림 4의 결과와 같으며 DF=∞는 I-129이 100% 소멸되는 경우로 그림 3의 결과와 같아진다.

본 논문에서 I-129이 처분 안전에 미치는 영향은 매우 큼을 확인할 수 있다. 따라서 I-129의 경우는 처분하기 전 소멸을 하여 그 양을 줄이는 것이 필요함을 알 수 있다.

3. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기계획사업의 일환으로 수행되었음.

4. 참고문헌

- [1] Goldsim, Goldsim Contaminant Transport Module, User's Guide, Goldsim Technology Group, 2006.
- [2] Y. Hwang and C. H. Kang, "The Development of a Safety Assessment Approach and its Implication on the Advanced Nuclear Fuel Cycle," NET, 42 [1], 2010.
- [3] 강철형, "선진핵연료주기 폐기물 처분안전성 평가," 한국방사성폐기물학회, 2009년 춘계학술발표회 논문요약집, 2009.
- [4] 강철형, "A-KRS에 처분한 파이로 폐기물의 처분 안전성 평가 민감도 분석," 한국방사성폐기물학회, 2010년 추계학술발표회 논문요약집, 2010.