

선진핵연료주기 폐기물 처분안전성 평가

강철형, 황용수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 chkang@kaeri.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-Process는 크게 환원 공정과 전기정련 공정으로 나누어지며, 이들 공정을 통하여 5가지 종류의 폐기물이 발생된다 [1]. 이러한 각기 다른 5종류의 폐기물의 처분개념에 따른 안전성 평가를 위한 프로그램을 골드심 [2]을 이용하여 개발하였다. 이 논문에서는 Pyro-Process의 폐기물의 처분 안전성을 평가하여 처분 관점에서의 장·단점을 평가하여 보았다.

	Long-Lived Waste			Interim decay Waste	
	Metal	Ceramic	Vitrified	Ceramic	Vitrified
Major nuclide	NM+U+TRU+RE	Cs+I	Sr+TRU+RE	off-gas+LiCl	Sr
Weight (kg)	3,158.53	0.65	936.21	600.94	67.99
Volume (L)	470.7	0.3	419.8	231.8	30.5
Heat (W)	-	0.9	4,200 (49.3 after 100 yrs)	12,500 (6.72 after 300 yrs)	6,000 (4.23 after 300 yrs)
Container	①	②	③	④	⑤
Disposal Depth	200	500	500	200	200
Disposal Methods	Silo or Tunnel	With waste ③	KRS or Cavern	Tunnel Storage and then final disposal	Tunnel Storage and then final disposal

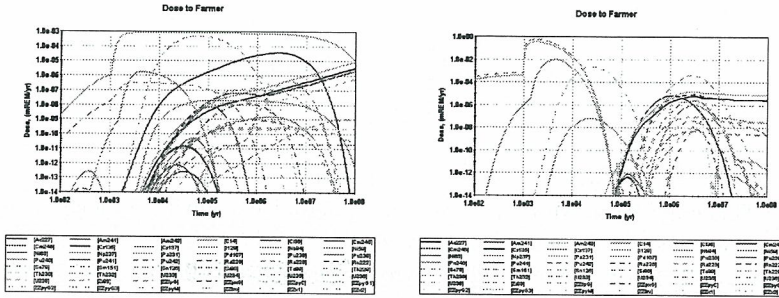
그림 1. Pyro-Process 공정의 5종류 폐기물
 (10MTHM of oxide fuel with 4.5 wt% U-235, 45,000 MWD/MTU, 5 yrs cooling)

2. 모델 및 평가 계산결과

한국원자력연구원에서 개발한 선진핵연료주기 처분 안전성 평가 프로그램은 Goldsim을 이용하여 개발되었으며, 이 프로그램은 사용자와 활용하기에 매우 편하게 되어 있으며 복잡한 처분시스템을 평가할 수 있도록 되어 있다. 즉 각기 다른 형태의 여러 종류의 폐기물을 다양한 방법으로 처분하는 현재의 선진핵연료주기폐기물 처분 시스템을 평가할 수 있도록 설계되었다.

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 [1]. 여기서 계산된 폐기물을 현재 제안된 처분시스템에 처분되었을 때의 안전성을 평가하여 보았으며 비교를 위하여 기준 사용후핵연료를 직접 처분한 경우를 평가하였다.

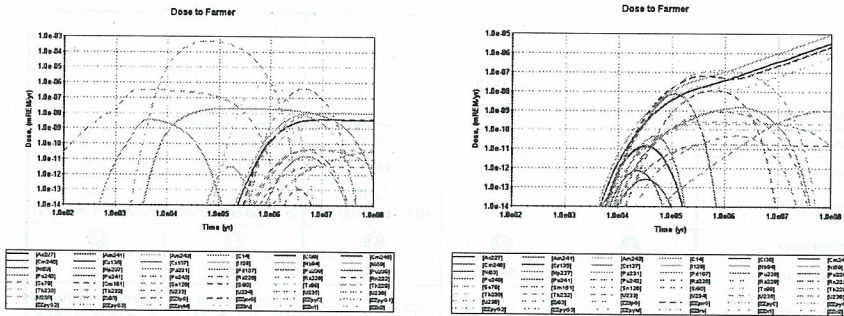
그림 3에서 보는 바와 같이 두 처분 방식의 최대값은 1000배 정도의 차이를 보이거나 전체적으로 볼 때는 Pyro-Process의 경우 I-129와 Actinide의 영향이 두드러짐을 볼 수 있다. 이는 고화체들의 특성과 처분개념에 의한 영향이다. 그림4에서 보는 바와 같이 Actinide의 경우는 Metal Waste의 영향이 크다는 것을 알 수 있으며 이는 metal waste의 처분 개념의 영향 때문이다. 따라서 앞으로 Metal Waste의 처분 개념을 재고려 해야 할 것이다. 또한 이러한 평가에 폐기물 고화체의 침출율이 가장 큰 영향을 미치는 인자 중의 하나로 나타난 고화체 유출형태 및 제조 방법에 많은 연구가 필요하다.



(a) Pyro-Processing

(b) Direct Disposal

Figure 3. Estimation of Annual Individual Doses for (a) Pyro-Processing and (b) Direct Disposal of PWR SNF



(a) Vitrified HLW

(b) Metal Waste

Figure 4. Estimation of Annual Individual Doses for (a) Vitrified HLW and (b) Metal Waste of Pyro-Processing

참고 문헌

1. Personal Communication with M. S. Lee, The 19th Material Balance와 선진핵연료주기 폐기물 처분시스템 (안), KAERI, 2008.
2. Goldsim, Goldsim Contaminant Transport Module, User's Guide, Goldsim Technology Group, 2006.

사 사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기계획사업의 일환으로 수행되었음.