

Prediction of Radionuclide Inventory for Low- and Intermediate-Level Radioactive Waste by Considering Concentration Limit of Waste Package

처분방사능량제한치를 고려한 중저준위 방사성폐기물 처분시설의 핵종재고량 산정(안)

Kang Il Jung*, Min Seong Kim, Noh Gyeom Jeong, and Jin Beak Park

Korea Radioactive Waste Agency(KORAD), 168, Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea

정강일*, 김민성, 정노겸, 박진백

한국원자력환경공단, 대전광역시 유성구 가정로 168 KT빌딩

(Received October 25, 2016 / Revised December 8, 2016 / Approved December 22, 2016)

The result of a preliminary safety assessment that was completed by applying the radionuclide inventory calculated on the basis of available data from radioactive waste generation agencies suggested that many difficulties are to be expected with regard to disposal safety and operation. Based on the results of the preliminary safety assessment of the entire disposal system, in this paper, a unit package exceeding the safety goal is selected that occupies a large proportion of radionuclides in intermediate-level radioactive waste. We introduce restrictions on the amount of radioactivity in a way that excludes the high surface dose rate of the package. The radioactivity limit for disposal will be used as the baseline data for establishing the acceptance criteria and the disposal criteria for each disposal facility to meet the safety standards. It is necessary to draw up a comprehensive safety development plan for the Gyeongju waste disposal facility that will contribute to the construction of a Safety Case for the safety optimization of radioactive waste disposal facilities.

Keywords: Inventory, Disposal facility, Radioactive waste, Disposal concentration limit, Safety Case

*Corresponding Author.

Kang Il Jung, Korea Radioactive Waste Agency, E-mail: kangile@korad.or.kr, Tel: +82-42-601-5327

ORCID

Kang Il Jung <http://orcid.org/0000-0002-4655-3060>

Noh Gyeom Jeong <http://orcid.org/0000-0002-2270-221X>

Min Seong Kim

Jin Beak Park

<http://orcid.org/0000-0002-8933-735X>

<http://orcid.org/0000-0003-3050-2565>

방사성폐기물 발생기관의 가용데이터를 기반으로 산출된 핵종재고량을 적용하여 예비안전성평가를 수행한 결과 처분안전성과 운영측면에서 많은 어려움이 예상됨을 확인하였다. 본 논문에서는 전체처분시설 예비안전성평가를 수행하였으며, 평가결과 성능목표치 초과핵종에 대해 방사능량이 큰 비중을 차지하는 단위포장물을 선별하고, 높은 표면선량률의 포장물을 처분대상에서 제외하는 방식으로 처분시설의 처분방사능량제한을 도입하였다. 처분방사능량제한은 안전기준 만족을 위한 처분시설별 인수기준과 처분기준 설정에 기초자료로 활용할 것이며, 경주 처분시설의 안전한 종합개발계획수립 및 처분시설의 안전성 최적화를 위한 Safety Case 구축에 기여할 것으로 판단된다.

중심단어: 핵종재고량, 처분시설, 방사성폐기물, 처분방사능량제한, Safety Case 구축

1. 서론

경주 처분시설 부지에는 1단계 동굴처분시설이 운영 중이며, 2단계 표층처분시설을 계획하고 있다. 향후 기존 처분시설 등의 제반여건을 감안하여 단계별로 증설하며 처분시설의 처분효율성 증진을 위해 다양한 처분방식이 공존하는 복합처분시설(80만 포장물)로 개발할 계획이다[1].

중저준위방사성폐기물관리 기본계획에 따라 처분시설의 장기종합 관리계획을 수립하고 시행하기 위해 처분대상 폐기물의 핵종재고량 예측과 처분시설 예비안전성평가가 수행되어야 하며, 이를 통해 처분시스템의 개선방향을 도출하고 최적화하는 과정을 통해 처분시설의 Safety Case를 구축할 수 있다.

본 논문에서는 전체처분부지(80만 포장물)의 핵종재고량 [2] 도출을 위한 입력데이터, 처분시설 종합개발계획 및 장기발생량추이를 바탕으로 핵종재고량을 재산출하였으며 재산출된 핵종재고량을 바탕으로 예비안전성평가를 수행하였다.

또한, 처분시설 성능목표치를 만족하기 위해 반복적인 핵종재고량 재산정절차를 수행하였으며, 처분시설의 처분방사능량제한을 설정함으로써 향후 처분시설의 안전한 운영을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 핵종재고량 재평가

핵종재고량 평가에서는 핵종재고량 산출방법[2]과 방사성폐기물 현황[3~5]은 동일하며, 본 논문에서는 변경된 처분시설 종합개발계획 및 장기발생량 예측내용을 추가로 고려하였다.

2.1 방사성폐기물 장기발생량 및 처분시설별 처분수량 산정

중저준위방사성폐기물관리 시행계획[1]에 따라 방사성폐기물분류기준에 따른 준위 별 발생량을 예측하였으며 제 7차 전력수급계획에 계획된 36기를 대상으로 원전 운영시 1호기당 연간 100 packages, 원전 해체시 14,500 packages의 방사성폐기물이 발생하는 것을 가정하여 2100년까지 방사성폐기물의 예측수량을 산정하였다. Table 1은 2100년까지의 방사성폐기물 예측수량을 나타내었다. 해체폐기물은 원전 해체시 1개 발전소(2호기)단위로 해체하며, 사전 준비 및 해체과정 15년으로 가정하였다. 고리 1호기, 월성 1호기를 제외한 원전 34기에 대한 계속운전은 반영하지 않았다.

예측수량을 기반으로 2097년경 경주처분부지의 허가된 처분용량인 80만 포장물이 발생할 것으로 전망하였다. Table 2에서 전체 처분대상방사성폐기물(총 80만 포장물) 중 중저준위방사성폐기물(이하 중저준위)은 약 4.2만 드럼(5%), 저준위 방사성폐기물(이하 저준위)은 약 36.7만 드럼(46%) 그리고 극저준위 방사성폐기물(이하 극저준위)은 약 39만 드럼(49%)이 발생할 것으로 예측하였다.

예측수량을 기반으로 전체처분시설 종합개발계획에 따라 전체처분대상방사성폐기물(80만 포장물)을 처분시설별 처분수량으로 조정[Table 3 참조]하였다. 원자력안전위원회 고시 제2014-003호의 방사성폐기물 분류 및 자체처분 기준에 관한 규정[6]에 따라 1단계 처분시설은 사일로방식으로 중저준위, 저준위, 극저준위 방사성폐기물을 처분할 수 있으며, 2단계 및 4단계 처분시설은 표층처분방식으로 저준위, 극저준위 방사성폐기물이 처분할 수 있다. 3단계 처분시설은

Table 1. Predicted amount of the low and intermediate-level radioactive waste generation: Trend [2]

(Unit : 200 L package)

Year	Nuclear Power Plant(NPP)			Non-NPP	Total
	Operation	Decommissioning	Total		
2020	117,787	-	111,787	43,754	155,541
2030	138,187	5,800	143,987	51,224	195,211
2040	160,587	174,000	334,587	58,694	393,281
2050	177,587	243,600	421,187	66,164	487,351
2060	190,287	307,400	497,687	73,634	571,321
2070	202,287	348,000	550,287	81,104	631,391
2080	213,087	348,000	561,087	88,574	649,661
2090	216,887	423,400	640,287	96,044	736,331
2100	216,887	522,000	738,887	103,514	842,401
Production Rate	25.7%	62.0%	87.7%	12.3%	100%

Table 2. Predicted amount of the low and intermediate-level radioactive waste generation: Classification [2]

(Unit : 200 L package /until 2097yr)

Classification	Nuclear Power Plant (NPP)			Non-NPP (Ratio)	Total Amount (Ratio)
	Operation (Ratio)	Decommissioning (Ratio)	Total (Ratio)		
ILW	18,262	20,280	38,542	3,760	42,301
LLW	163,431	138,583	302,014	64,877	366,890
VLLW	35,195	324,003	359,198	31,611	390,809
Total Amount	216,887 (27.1%)	482,866 (60.4%)	699,753 (87.5%)	100,247 (12.5%)	800,000 (100%)

Table 3. Applied amount for the development of disposal facility

(Unit : 200 L package/until 2097yr)

	Total amount	1 st disposal facility	2 nd disposal facility	3 rd disposal facility	4 th disposal facility
Total	800,000	130,000	250,000	300,000	120,000
ILW	50,000	50,000	-	-	-
LLW	370,000	50,000	220,000	-	100,000
VLLW	380,000	30,000	30,000	300,000	20,000

Table 4. Summary of radioactive waste amount according to the waste classification

(Unit : 200 L package/until 2097yr)

	Operation	Decommissioning	KAERI	KNF	RI	Spent Asphalt	Industry	Total amount
Total amount	216,887	482,866	49,894	35,914	5,760	1,496	7,183	800,000
ILW	20,372	24,978	2,944	1,095	611	-	-	50,000
LLW	164,283	140,480	33,092	23,287	178	1,496	7,183	370,000
VLLW	32,232	317,408	13,857	11,532	4,971	-	-	380,000

Table 5. Summary of radioactive waste amount according to the disposal facility

(Unit : 200 L package)

ILW	Operation	Decommissioning	KAERI	KNF	RI	Industry	Total amount
1 st Disposal facility	20,371	24,978	2,945	1,096	610	-	50,000
LLW	Operation	Decommissioning	KAERI	KNF	RI	Industry	Total amount
1 st Disposal Facility	34,733	9,440	3,580	2,222	25	-	50,000
2 nd Disposal Facility	91,083	87,160	19,355	13,619	104	8,679	220,000
4 th Disposal facility	38,467	43,879	10,158	7,446	50	-	100,000
VLLW	Operation	Decommissioning	KAERI	KNF	RI	Industry	Total amount
1 st Disposal facility	16,544	11,059	1,094	910	393	-	30,000
2 nd Disposal Facility	2,545	25,059	1,093	911	392	-	30,000
3 rd Disposal Facility	11,446	264,584	10,942	9,104	3,924	-	300,000
4 th Disposal facility	1,696	16,705	730	607	262	-	20,000

트렌치방식으로 극저준위 방사성폐기물을 처분할 수 있다. 각 처분시설별 처분가능한 준위를 고르게 할당한 이유는 차 후 건설시설의 건설지연 및 운영 중 인수되는 폐기물의 준위 및 수량에 대한 불확실성, 폐기물 인수저장건물의 처분용량 한계등을 고려하여 설정하였다.

Table 4는 Table 3을 발생원별로 처분가능한 준위의

처분량을 정리하였으며, Table 5는 준위별 각 처분시설의 처분수량을 재정리하였다.

2.2 포장물당 방사능량

핵종재고량은 척도인자와 DTC (Dose-To-Curie)환산

프로그램을 통해 예측하였다. DTC방법은 ISO에서 주요 핵종의 핵종재고량 평가방법으로 감마핵종 분석방법과 함께 표준방법으로 규정하고 있으며, 미국 DOE의 TRU폐기물의 방사능분석 및 스페인, 핀란드에서도 DTC 방법을 사용하고 있다. 다만 중수로 폐수지의 경우는 방사화학분석법으로 주요 핵종의 비방사능을 구한 후 전체 폐수지가 균질하다는 가정을 적용하여 방사능량을 예측하였다.

DTC환산프로그램에 포장물의 표면선량률과 무게를 입력하면 포장물별 감마핵종이 계산되며 그 중 감마 Key핵종 (^{60}Co , ^{137}Cs)의 척도인자를 이용하여 알파 및 베타핵종을 산출하게 된다. 산출된 개별 포장물의 무게를 나누어 비방사능량($\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}$) 산출하고 예측된 포장물별 비방사능을 바탕으로 중준위, 저준위, 극저준위 방사성폐기물로 분류하게 된다[2]. 다만, 원자력발전소의 가용데이터[3]의 한을 1발 C4형 방사성폐기물 중 하나의 포장물 비방사능 데이터가 다른 데이터에 비해 10,000배 가량 높게 평가되었으며 이를 이상데이터로 판단하여 처분대상에서 제외하였다.

2.3 핵종재고량 결과

처분시설별 처분수량과 평가된 포장물당 방사능량을 고려하여 기존논문[2]과 동일한 처분시설의 방사성폐기물 수량 배분 원칙에 따라 전체처분시설(80만 포장물)의 핵종재고량을 예측하였다(이하 핵종재고량 평가방법 A). Table 6에 평가방법 A를 통해 예측된 핵종재고량을 나타내었다.

3. 처분방사능량 설정방법

3.1 배경

평가된 핵종재고량을 반영하여 전체처분시설의 예비 안전성평가기를 수행한 결과 정상 및 비정상시나리오에서는 처분시설 성능목표치에 만족하였지만 1단계 동굴처분시설의 인간침입(우물이용)시나리오에서 처분시설 성능목표치에 불만족하였다. 분석결과 1단계 동굴처분시설의 ^{14}C 와 ^{99}Tc 핵종이 처분시설 성능목표치를 불만족하였으며, 처분시설의 안전한 운영을 위해 ^{14}C 와 ^{99}Tc 핵종에 대해 핵종재고량 재산정을 통해 처분방사능량제한을 고려하였다.

3.2 연구동향

처분시설의 방사성폐기물에 대한 정량적 인수기준을 유도하기 위해 많은 접근방법이 이용되었으며 이는 사용되는 접근방법이 이해하기 쉬워야 하며 신뢰성이 있어야 한다. 인수기준 유도를 위한 연구에서는 안전성평가를 통한 접근이 가장 유용한 것으로 알려져 있으며, OECD/NEA[7] 보고서에서는 “안전성평가의 결과는 폐기물의 특성 방사성핵종의 재고량(inventory)과 농도한도(concentration limit)를 결정하는 중요 수단이 되며, 천층처분시설을 위한 폐기물 인수요건을 정할 수 있는 한가지 방법이다” 라고 기술되어 있다[8]. 방사성폐기물처분시설에 대한 외국의 정량적인 폐기물 인수기준 중 핵종의 처분방사능량제한 설정방법과 고려된 시나리오들에 대한 검토 결과, 안전성 및 성능평가를 통한 접근방법을 사용하고 있었다.

국내에서는 안전성 및 성능평가 절차에 있어서 대부분 유사하며 실제로 절차보다는 각 단계에서 구현하는 세부사항(시나리오 선정, 평가 입력데이터 결정)등에서 기인하는 것을 알 수 있다[8].

3.3 처분방사능량 인수기준(안)

국내의 처분시설의 처분방사능량제한 설정방법을 크게 4단계로 나누어 제시하였으며[8], Table 7과 같이 각 단계별로 수행절차를 거치도록 하였다. 1단계는 평가개요 설정단계로 전체적인 평가의 방향이나 기본개념 또는 평가항목을 설정하는 단계이며, 평가 목적의 구체화, 처분과 관련된 성능기준과 방사선방호기준 등 규제요건 분석, 대상 폐기물의 핵종 분석 및 선정, 처분시스템의 특성 분석 및 관련자료 획득, 평가기간 등을 설정한다. 2단계에서는 시나리오 도출 단계로 평가에 필요한 시나리오를 구성하고 선별하며 피폭경로를 선정하는 단계이다. 3단계에서는 성능평가 단계로, 프로그램 선정 및 구현을 통해 실제 평가된 결과를 도출하고 이를 통해 성능목표치에 상응하는 처분방사능량제한을 산출하며 주요 인자를 확인하는 단계이다. 4단계는 처분방사능량제한 설정 단계로 3단계에서 도출된 결과가 규제기준에 만족하는지를 확인하고 최적화와 신뢰도 향상을 위해 반복확인작업을 수행하는 단계이다[9].

Table 6. Predicted radionuclide inventories for the LILW disposal facility development: evaluation A

Nuclide	(Unit : Bq, 200 L package)													
	1 st disposal facility			2 nd disposal facility			3 rd disposal facility			4 th disposal facility			Total	
	VLLW	LLW	ILW	VLLW	LLW	ILW	VLLW	LLW	ILW	VLLW	LLW	ILW		
³ H	8.06×10 ¹¹	3.63×10 ¹⁴	7.15×10 ¹⁷	1.82×10 ¹³	4.95×10 ¹⁴	1.50×10 ¹³	9.60×10 ¹¹	1.65×10 ¹⁴	7.17×10 ¹⁷					
¹⁴ C	1.30×10 ¹⁰	6.20×10 ¹²	6.29×10 ¹⁴	2.81×10 ¹⁰	6.46×10 ¹³	2.95×10 ¹¹	1.87×10 ¹⁰	3.11×10 ¹³	7.31×10 ¹⁴					
⁵⁵ Fe	6.31×10 ¹⁰	2.20×10 ¹⁴	1.53×10 ¹⁶	5.43×10 ¹⁰	2.36×10 ¹⁵	4.90×10 ¹¹	3.35×10 ¹⁰	1.10×10 ¹⁵	1.89×10 ¹⁶					
⁵⁸ Co	3.93×10 ¹⁰	7.79×10 ¹³	1.10×10 ¹⁶	5.72×10 ¹⁰	7.63×10 ¹⁴	5.87×10 ¹¹	3.79×10 ¹⁰	4.04×10 ¹⁴	1.23×10 ¹⁶					
⁶⁰ Co	2.30×10 ¹⁰	2.10×10 ¹⁴	8.82×10 ¹⁵	2.86×10 ¹⁰	1.98×10 ¹⁵	2.94×10 ¹¹	1.92×10 ¹⁰	1.07×10 ¹⁵	1.21×10 ¹⁶					
⁵⁹ Ni	2.02×10 ⁹	7.90×10 ¹²	8.22×10 ¹⁴	3.68×10 ⁹	5.92×10 ¹³	2.35×10 ¹⁰	1.55×10 ⁹	3.14×10 ¹³	9.21×10 ¹⁴					
⁶³ Ni	8.84×10 ¹⁰	1.70×10 ¹⁴	9.94×10 ¹⁶	1.37×10 ¹¹	1.62×10 ¹⁵	1.43×10 ¹²	9.18×10 ¹⁰	8.65×10 ¹⁴	1.02×10 ¹⁷					
⁹⁰ Sr	1.00×10 ⁹	4.13×10 ¹⁰	4.66×10 ¹⁵	1.76×10 ⁹	2.80×10 ¹¹	1.84×10 ¹⁰	1.18×10 ⁹	1.46×10 ¹¹	4.66×10 ¹⁵					
⁹⁴ Nb	2.79×10 ⁷	6.01×10 ⁹	3.48×10 ¹²	3.82×10 ⁷	4.23×10 ¹⁰	3.81×10 ⁸	2.48×10 ⁷	1.90×10 ¹⁰	3.54×10 ¹²					
⁹⁹ Tc	2.44×10 ⁸	4.09×10 ¹⁰	4.79×10 ¹⁴	3.27×10 ⁸	3.73×10 ¹¹	3.38×10 ⁹	2.20×10 ⁸	8.91×10 ¹⁰	4.80×10 ¹⁴					
¹²⁹ I	2.62×10 ⁵	3.31×10 ⁷	4.09×10 ⁹	1.43×10 ⁵	1.19×1 ⁸	1.36×10 ⁶	9.84×10 ⁴	5.89×10 ⁷	4.30×10 ⁹					
¹³⁷ Cs	4.93×10 ⁹	1.46×10 ¹³	1.40×10 ¹⁵	9.82×10 ⁹	1.39×10 ¹⁴	1.03×10 ¹¹	6.55×10 ⁹	7.50×10 ¹³	1.63×10 ¹⁵					
¹⁴⁴ Ce	5.86×10 ⁷	7.73×10 ¹⁰	7.59×10 ¹¹	5.34×10 ⁷	7.62×10 ¹¹	5.21×10 ⁸	3.51×10 ⁷	3.78×10 ¹¹	1.98×10 ¹²					
Gross a	1.40×10 ⁹	2.10×10 ¹¹	1.99×10 ¹²	1.24×10 ⁹	2.22×10 ¹²	1.23×10 ¹⁰	8.30×10 ⁸	6.47×10 ¹¹	5.08×10 ¹²					
³² P	6.89×10 ²	2.03×10 ⁻¹	0	6.87×10 ²	8.44×10 ⁻¹	6.88×10 ³	4.59×10 ²	4.06×10 ⁻¹	8.72×10 ³					
³⁵ S	6.94×10 ²	1.84×10 ⁻²	0	6.92×10 ²	7.65×10 ⁻²	6.93×10 ³	4.63×10 ²	3.68×10 ⁻²	8.78×10 ³					
¹²⁵ I	3.75×10 ³	3.47×10 ⁻¹⁰	0	3.74×10 ³	1.44×10 ⁻⁹	3.74×10 ⁴	2.50×10 ³	6.94×10 ⁻¹⁰	4.74×10 ⁴					
¹⁴⁷ Pm	1.27×10 ⁹	0	0	1.27×10 ⁹	0	1.27×10 ¹⁰	8.49×10 ⁸	0	1.61×10 ¹⁰					
Total Activity	1.04×10 ¹²	1.07×10 ¹⁵	8.58×10 ¹⁷	2.14×10 ¹²	7.48×10 ¹⁵	1.83×10 ¹³	1.17×10 ¹²	3.74×10 ¹⁵	8.70×10 ¹⁷					
Disposal Amount	30,000	50,000	50,000	30,000	220,000	300,000	10,000	120,000	800,000					

Table 7. Component of methodology for establishment of acceptance criteria

Step	Component
1 st Step (Assessment context)	- Objective - Analysis of requirement - Character of Waste and nuclide - Character of disposal system - Estimate period
2 nd Step (Scenario)	- Component of scenario - Selection of scenario and exposure pathway
3 rd Step (Safety Assessment)	- Establishment of model and parameter - Selection of computer code - Analysis of result(Derive of concentration limit) - Uncertainty/sensitivity analysis
4 th Step (Establishment of concentration limit)	- Optimization(review of requirement, reassessment of scenario) - Decide of concentration limit - Improvement of reliability(review of experts)

4. 처분방사능량제한 도출

본 논문에서는 위의 처분방사능량 인수기준 설정방법을 적용하였으며, 시나리오를 도출하는 2단계에서는 인간침입(우물이용)시나리오를 선정하였다. 안전성평가 단계인 3단계에서는 GOLDSIM[10] 프로그램을 통해 구현된 전체처분시설모델링을 평가하여 처분방사능량제한을 산출하기 위한 주요인자(핵종재고량)를 확인하였다. 처분방사능량제한을 설정하는 4단계에서는 처분시설 성능목표치를 만족하는지를 확인하고 평가결과에 따라 반복적인 핵종재고량 재산정을 통해 성능목표치에 만족한 처분방사능량제한을 도출하였다.

4.1 처분방사능량제한 설정절차

핵종재고량 평가방법 A을 기반으로 인간침입(우물이용) 시나리오에 대해 전체처분시설(80만 포장물)의 예비안전성평가 결과 Fig. 1과 같이 1단계동굴처분시설의 양수정1(사일로

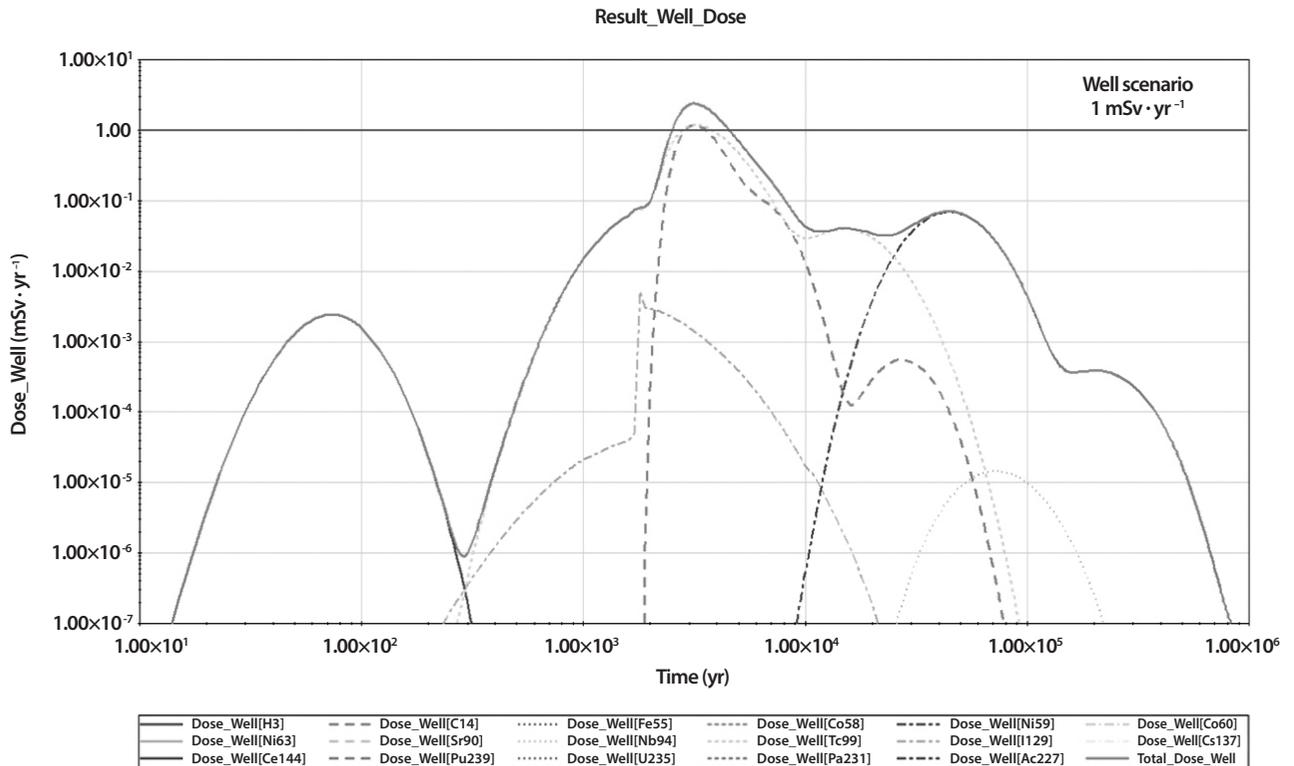


Fig. 1. Well(Well 1) Scenario Result of 1st stage disposal facility(based on inventory evaluation A).

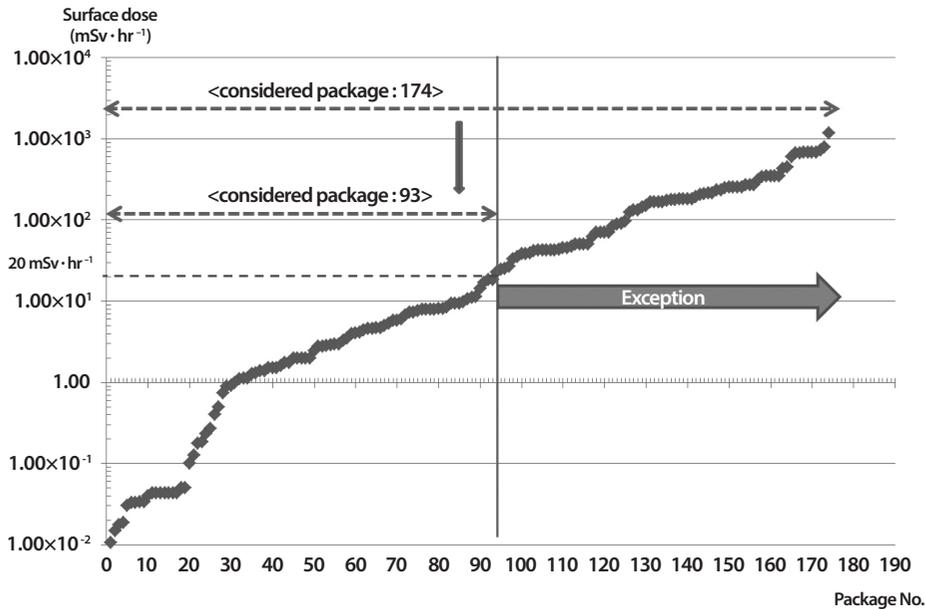


Fig. 2. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (Concrete-lining spent filter in Wolsong 1, evaluation A).

3번과 5번 사이), 양수정2(사일로 5번으로부터 지하수 유동 방향으로 100 m 이격지역) 모두 장반감기 핵종인 ^{14}C 와 ^{99}Tc 에 의한 성능목표치 초과를 확인하였다.

이에 따라 처분시설 성능목표치를 만족하기 위해 기존의 평가된 보수적 평가방법에 비해 전체처분시설의 폐쇄시점을 고려한 방사성붕괴보정 및 해체폐기물에 대한 가정사항을 최대값에서 평균값으로 변경을 반영한 현실적인 평가방법으로 보완하여 처분방사능량을 제한하였다.

이러한 평가방법을 바탕으로 1단계 동굴처분시설의 중준위방사성폐기물을 대상으로 일부 방사성폐기물을 제외(처분대상 방사성폐기물의 처분방사능량을 제한)하였다.

처분방사능량제한은 포장물의 핵종농도를 분석하여 ^{14}C 와 ^{99}Tc 의 농도가 높은 단위포장물을 선별하고 상위 표면선량률에 해당하는 포장물을 처분대상 핵종재고량 평가데이터에서 제외하는 방법을 다음과 같이 이용하였다.

- 향후 장기발생량을 근거로 처분시설의 처분수량을 동일비율로 유지한다.
- 계속발생폐기물에서 처분대상 제외 단위포장물을 선별한다.
- 성능목표치를 초과하는 핵종농도가 높은 단위포장물을

선별하였다.

- 높은 표면선량률의 방사성폐기물을 제외하여 핵종재고량을 재산정하고 재산정된 핵종재고량을 기반으로 처분시설 성능목표치 만족여부를 반복적으로 확인한다.
- 처분대상 핵종재고량 평가데이터에서 제외된 포장물은 처분대상 폐기물에서 제외한다.

핵종재고량 분석결과 ^{14}C 의 경우에 폐수지 중수로건조포장물에서 약 43%, ^{99}Tc 는 중수로 폐필터 콘크리트라이닝 포장물에서 99%의 농도를 가지는 것으로 확인되었다. 따라서 폐수지 중수로 건조포장물과 중수로 폐필터 콘크리트라이닝을 대상으로 포장물별 농도를 제한하였다(핵종재고량 평가방법 B).

폐수지 건조 포장물의 경우 발생기관에서 제공한 포장물의 방사능량 데이터를 근거하여 ^{14}C 의 농도를 1/3로 제한하였으며, 중수로 폐필터 콘크리트라이닝 포장물은 표면선량률을 $20 \text{ mSv} \cdot \text{hr}^{-1}$ 이하까지 적용하여 방사능량을 도출하였다. Fig. 2은 월성 1발 중수로 폐필터의 콘크리트라이닝 포장물의 표면선량률은 제외한 그림이며, Fig. 3은 월성 2, 3, 4발의 중수로 폐필터 콘크리트 포장물의 표면선량률을 제외한 그림이다. Table 8은 평가방법에 따라 폐수지 건조 포장물과 중수로 콘크리트라이닝 포장물의 방사능량을 비교하여 나타냈으며,

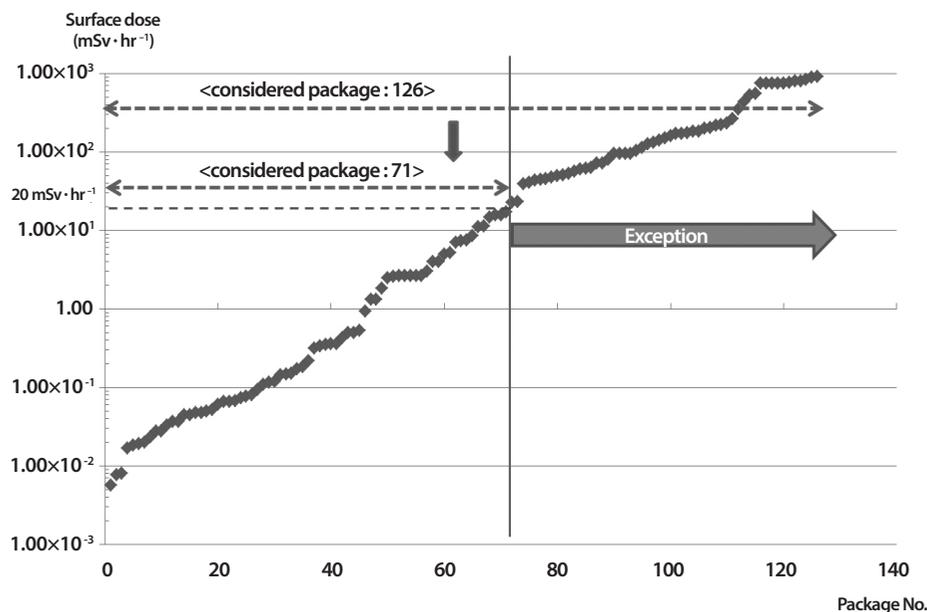


Fig. 3. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (Concrete-lining spent filter in Wolsong 2, 3, 4, evaluation A).

Table 8. Comparison of package concentration according to concentration limit of ILW (evaluation A and B)

Nuclide	HWR dry of spent resin		HWR concrete-lining of spent filter	
	Evaluation A	Evaluation B	Evaluation A	Evaluation B
³ H	1.60×10 ¹¹	1.60×10 ¹¹	1.58×10 ¹⁵	3.53×10 ¹³
¹⁴ C	6.35×10 ¹⁰	2.12×10 ¹⁰	4.64×10 ¹⁰	3.38×10 ⁹
⁵⁵ Fe	3.44×10 ⁹	3.44×10 ⁹	4.97×10 ¹²	1.79×10 ¹¹
⁵⁸ Co	3.14×10 ⁷	3.14×10 ⁷	1.98×10 ¹⁰	5.59×10 ⁸
⁶⁰ Co	5.48×10 ⁹	5.48×10 ⁹	4.96×10 ¹¹	1.41×10 ¹⁰
⁵⁹ Ni	1.31×10 ⁸	1.31×10 ⁸	6.43×10 ¹¹	8.31×10 ⁷
⁶³ Ni	6.90×10 ⁹	6.90×10 ⁹	1.33×10 ¹⁰	5.99×10 ⁸
⁹⁰ Sr	2.64×10 ⁷	2.64×10 ⁷	1.03×10 ¹³	1.05×10 ¹¹
⁹⁴ Nb	7.99×10 ⁵	7.99×10 ⁵	3.99×10 ⁸	1.16×10 ⁷
⁹⁹ Tc	7.57×10 ⁵	7.57×10 ⁵	1.05×10 ¹²	3.70×10 ¹⁰
¹²⁹ I	2.00×10 ⁵	2.00×10 ⁵	5.23×10 ⁶	1.60×10 ⁵
¹³⁷ Cs	1.32×10 ⁹	1.32×10 ⁹	1.69×10 ¹¹	5.19×10 ⁹
¹⁴⁴ Ce	1.96×10 ⁷	1.96×10 ⁷	7.83×10 ⁷	1.52×10 ⁶
Gross a	1.20×10 ⁵	1.20×10 ⁵	1.17×10 ⁸	3.32×10 ⁶
Total Activity	2.41×10 ¹¹	1.98×10 ¹¹	1.60×10 ¹⁵	3.56×10 ¹³

Table 9. Predicted radionuclide inventories for the LILW disposal facility development : evaluation B

Nuclide	(Unit : Bq, 200 L package)												
	1 st disposal facility			2 nd disposal facility			3 rd disposal facility			4 th disposal facility			Total
	VLLW	LLW	ILW	VLLW	LLW	LLW	VLLW	LLW	VLLW	VLLW	LLW	LLW	
³ H	1.55×10 ⁹	4.14×10 ¹²	1.45×10 ¹⁴	3.47×10 ⁹	1.60×10 ¹³	1.60×10 ¹³	4.33×10 ⁹	3.57×10 ⁸	7.47×10 ¹²	1.73×10 ¹⁴			
¹⁴ C	7.47×10 ⁸	1.27×10 ¹²	4.52×10 ¹⁴	4.47×10 ⁸	1.82×10 ¹³	1.82×10 ¹³	3.15×10 ⁹	2.36×10 ⁸	8.11×10 ¹²	4.79×10 ¹⁴			
⁵⁵ Fe	1.99×10 ¹	1.67×10 ⁴	1.94×10 ⁶	1.94×10 ¹	2.43×10 ⁵	2.43×10 ⁵	1.81×10 ²	1.22×10 ¹	1.01×10 ⁵	2.30×10 ⁶			
⁵⁸ Co	1.41×10 ⁻¹²⁴	1.53×10 ⁻¹²¹	1.77×10 ⁻¹¹⁹	8.58×10 ⁻¹²⁵	1.68×10 ⁻¹²⁰	1.68×10 ⁻¹²⁰	7.77×10 ⁻¹²⁴	5.56×10 ⁻¹²⁵	1.02×10 ⁻¹²⁰	2.05×10 ⁻¹¹⁹			
⁶⁰ Co	2.18×10 ⁵	3.05×10 ⁸	3.40×10 ¹⁰	2.24×10 ⁵	3.22×10 ⁹	3.22×10 ⁹	2.28×10 ⁶	1.51×10 ⁵	2.42×10 ⁹	3.99×10 ¹⁰			
⁵⁹ Ni	1.26×10 ⁹	2.73×10 ¹²	3.03×10 ¹⁴	1.96×10 ⁹	1.14×10 ¹³	1.14×10 ¹³	5.31×10 ⁹	3.98×10 ⁸	7.36×10 ¹²	3.24×10 ¹⁴			
⁶³ Ni	2.16×10 ¹⁰	2.91×10 ¹³	1.06×10 ¹⁶	1.42×10 ¹⁰	2.89×10 ¹⁴	2.89×10 ¹⁴	1.38×10 ¹¹	9.70×10 ⁹	1.78×10 ¹⁴	1.11×10 ¹⁶			
⁹⁰ Sr	3.17×10 ⁷	5.65×10 ⁹	6.52×10 ¹²	7.92×10 ⁶	3.89×10 ¹⁰	3.89×10 ¹⁰	6.37×10 ⁷	5.77×10 ⁶	2.06×10 ¹⁰	6.59×10 ¹²			
⁹⁴ Nb	1.66×10 ⁷	1.42×10 ¹⁰	1.07×10 ¹²	1.27×10 ⁷	1.17×10 ¹¹	1.17×10 ¹¹	1.12×10 ⁸	7.81×10 ⁶	5.73×10 ¹⁰	1.26×10 ¹²			
⁹⁹ Tc	2.79×10 ⁸	2.04×10 ¹¹	2.35×10 ¹³	4.06×10 ⁸	1.87×10 ¹²	1.87×10 ¹²	4.22×10 ⁹	2.73×10 ⁸	8.49×10 ¹¹	2.64×10 ¹³			
¹²⁹ I	3.01×10 ⁵	1.84×10 ⁸	1.67×10 ⁹	2.34×10 ⁵	1.50×10 ⁹	1.50×10 ⁹	2.32×10 ⁶	1.59×10 ⁵	7.59×10 ⁸	4.12×10 ⁹			
¹³⁷ Cs	1.18×10 ⁸	1.98×10 ¹¹	5.05×10 ¹³	8.45×10 ⁷	2.26×10 ¹²	2.26×10 ¹²	8.19×10 ⁸	5.68×10 ⁷	1.86×10 ¹²	5.48×10 ¹³			
¹⁴⁴ Ce	1.69×10 ⁻²⁶	1.78×10 ⁻²³	4.42×10 ⁻²²	3.82×10 ⁻²⁷	1.84×10 ⁻²²	1.84×10 ⁻²²	2.17×10 ⁻¹²⁶	2.34×10 ⁻²⁷	9.07×10 ⁻²³	7.34×10 ⁻²²			
Gross a	1.54×10 ⁹	4.35×10 ¹¹	1.80×10 ¹²	1.55×10 ⁹	4.29×10 ¹²	4.29×10 ¹²	1.56×10 ¹⁰	1.04×10 ⁹	1.69×10 ¹²	8.24×10 ¹²			
³² P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
³⁵ S	1.64×10 ⁻¹⁰⁶	4.36×10 ⁻¹¹¹	0	1.64×10 ⁻¹⁰⁶	1.81×10 ⁻¹¹⁰	1.81×10 ⁻¹¹⁰	1.64×10 ⁻¹⁰⁵	1.10×10 ⁻¹⁰⁶	8.72×10 ⁻¹¹¹	2.08×10 ⁻¹⁰⁵			
¹²⁵ I	3.64×10 ⁻¹⁵⁷	3.37×10 ⁻¹⁷⁰	0	3.64×10 ⁻¹⁵⁷	1.40×10 ⁻¹⁶⁹	1.40×10 ⁻¹⁶⁹	3.64×10 ⁻¹⁵⁶	2.43×10 ⁻¹⁵⁷	6.74×10 ⁻¹⁷⁰	4.61×10 ⁻¹⁵⁶			
¹⁴⁷ Pm	1.50×10 ⁻¹	0	0	1.50×10 ⁻¹	0	0	1.50	1.00×10 ⁻¹	0	1.90			
Total Activity	2.71×10 ¹⁰	3.81×10 ¹³	1.16×10 ¹⁶	2.21×10 ¹⁰	3.43×10 ¹⁴	3.43×10 ¹⁴	1.72×10 ¹¹	1.21×10 ¹⁰	2.05×10 ¹⁴	1.22×10 ¹⁶			
Disposal Amount	30,000	50,000	50,000	30,000	220,000	220,000	300,000	10,000	120,000	800,000			

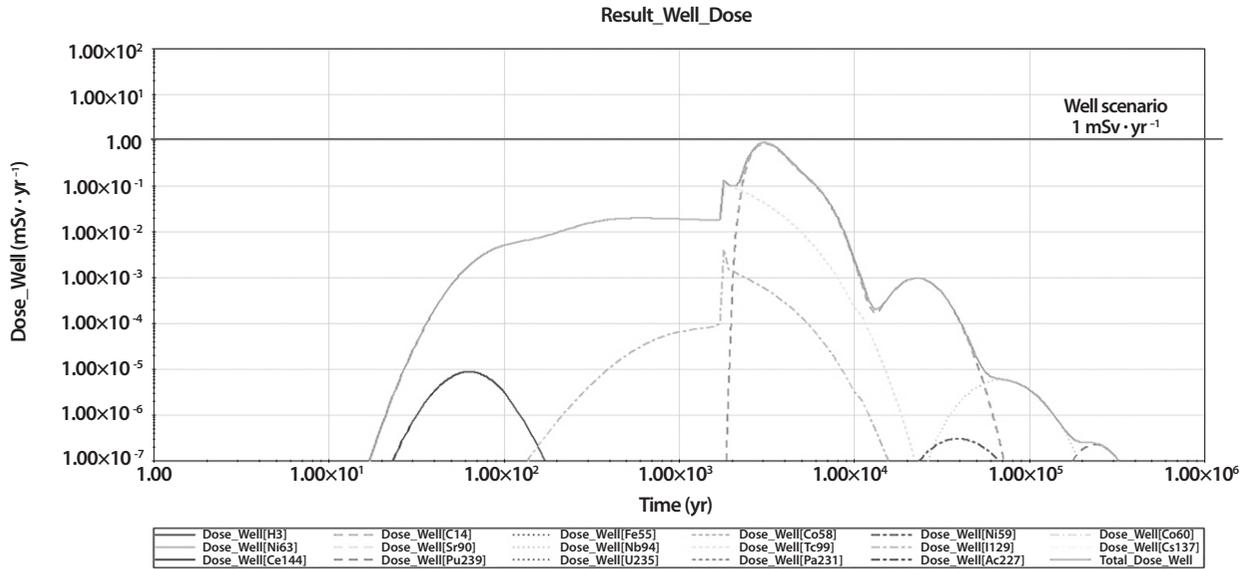


Fig. 4. Well(Well 2) Scenario Result of 1st stage disposal facility (based on inventory evaluation B).

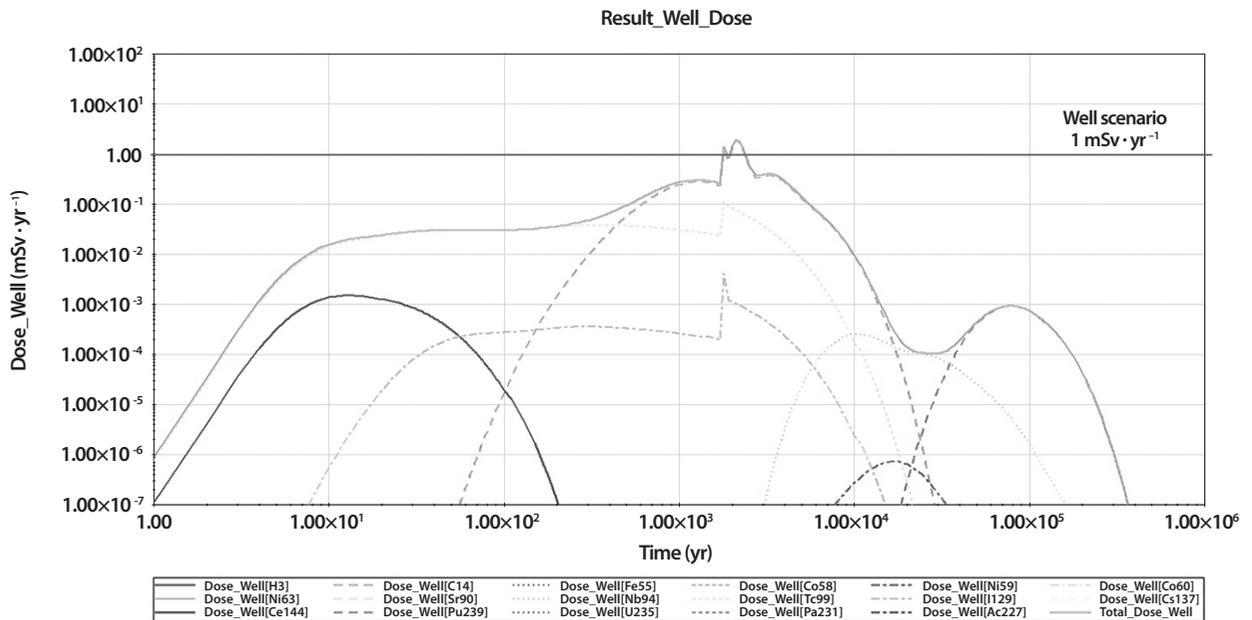


Fig. 5. Well(Well 1) Scenario Result of 1st stage disposal facility (based on inventory evaluation B).

Table 9은 평가방법 B를 통해 산출한 핵종재고량을 나타내었다. 핵종재고량 평가방법 B를 기반으로 인간침입(우물이용) 시나리오에 대해 전체처분시설(80만 포장물)의 예비안전성평가 결과 1단계동굴처분시설의 양수정2(사일로 5번으로부터

지하수 유동방향으로 100 m 이격지역)은 성능목표치를 만족하였지만(Fig. 4 참조), 양수정1(사일로 3번과 5번 사이)에서는 장반감기핵종인 ¹⁴C에 의한 성능목표치 초과를 확인하였다(Fig. 5 참조).

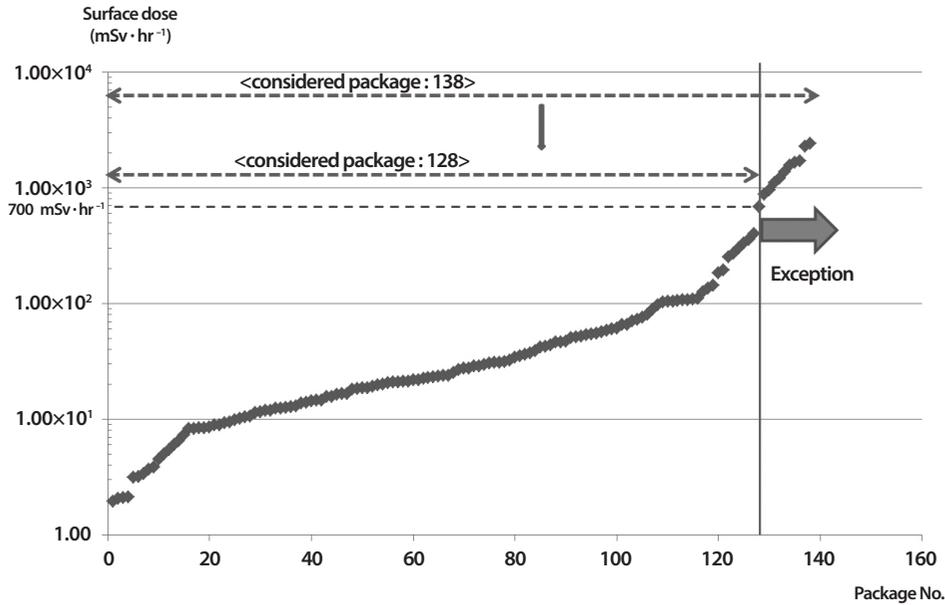


Fig. 6. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (HIC-PE spent filter in Hanul 1, evaluation B).

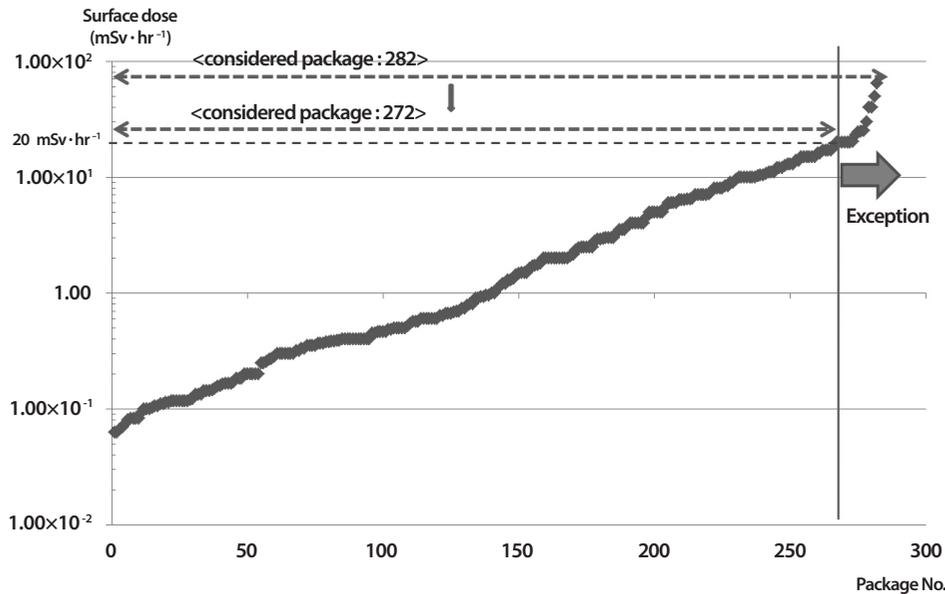


Fig. 7. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (Concrete-lining spent filter in Kori 1, evaluation B).

인간침입(우물이용)시나리오의 모든 양수정에 대한 처분시설 성능목표치를 만족하기 위해 피폭선량의 기여도가 높은 ^{14}C 의 농도를 다음과 같이 추가적으로 제한하였다.

단위포장물의 방사능량 변경절차 및 고려사항을

동일하게 적용하여 ^{14}C 의 농도가 높은 포장물의 방사능량을 제한하였다.

핵종재고량 분석결과 ^{14}C 의 경우 ① 중수로 건조폐수지 포장물의 핵종재고량 평가방법 B에서 수행했던 방사능량

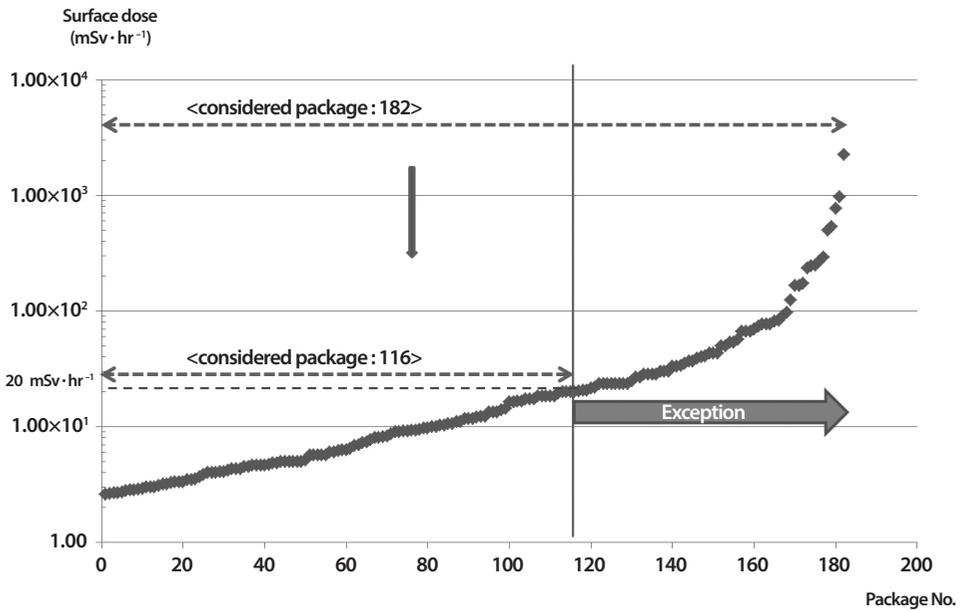


Fig. 8. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (Concrete-lining spent filter in Kori 2, evaluation B).

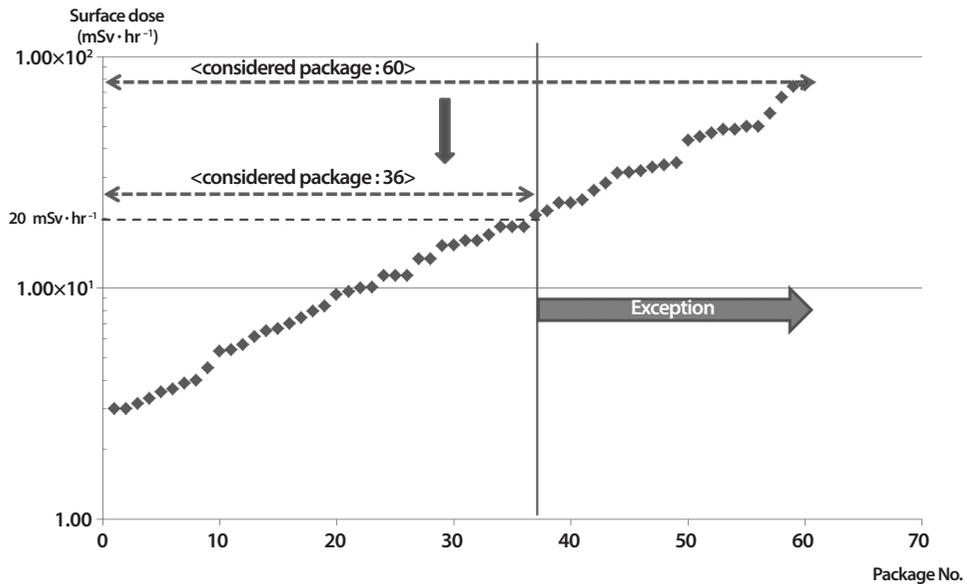


Fig. 9. Exception of ILW surface dose for establishment of concentration limit (Concrete-lining spent filter in Hanbit 2, evaluation B).

농도를 추가제한하고, ② HIC-PE 폐수지의 표면선량률 데이터 중 높은 표면선량률(7.00×10^{12} mSv·hr⁻¹ 이상)을 가진 포장물을 제외하였다[Fig. 6 참조]. 또한 ③ 콘크리트 라이닝 폐필터의 표면선량률 데이터 중 높은 표면선량률

(20 mSv·hr⁻¹ 이상)을 가진 포장물을 제외하였다(핵종재고량 평가방법C). 콘크리트라이닝 폐필터 중 Fig. 7은 고리 1발, Fig. 8은 고리 2발, Fig. 9은 한빛 2발의 표면선량률을 제외한 그림이다.

Table 10. Comparison of package concentration according to concentration limit of ILW (Evaluation B and C)

Nuclide	HIC-PE of spent resin		Concrete-lining of spent filter	
	Evaluation B	Evaluation C	Evaluation B	Evaluation C
³ H	8.12×10 ⁹	8.06×10 ⁹	2.23×10 ⁹	5.90×10 ⁸
¹⁴ C	1.25×10 ¹¹	5.02×10 ¹⁰	6.23×10 ¹⁰	1.53×10 ¹⁰
⁵⁵ Fe	2.62×10 ¹²	9.90×10 ¹¹	7.71×10 ¹¹	1.78×10 ¹¹
⁵⁸ Co	3.91×10 ¹¹	3.51×10 ¹¹	2.79×10 ¹⁰	6.26×10 ⁹
⁶⁰ Co	7.23×10 ¹¹	4.68×10 ¹¹	1.09×10 ¹¹	2.49×10 ¹⁰
⁵⁹ Ni	3.51×10 ¹¹	5.14×10 ¹⁰	5.76×10 ⁹	1.15×10 ⁹
⁶³ Ni	2.60×10 ¹²	2.19×10 ¹²	3.51×10 ¹¹	7.28×10 ¹⁰
⁹⁰ Sr	4.00×10 ⁹	1.46×10 ⁹	2.67×10 ⁸	1.81×10 ⁸
⁹⁴ Nb	3.13×10 ⁸	1.57×10 ⁸	8.96×10 ⁶	3.67×10 ⁶
⁹⁹ Tc	8.55×10 ⁷	3.31×10 ⁷	7.16×10 ⁸	4.25×10 ⁸
¹²⁹ I	2.18×10 ⁴	1.10×10 ⁴	1.15×10 ⁵	6.49×10 ⁴
¹³⁷ Cs	1.58×10 ¹¹	7.95×10 ¹⁰	1.28×10 ⁹	7.22×10 ⁸
¹⁴⁴ Ce	6.99×10 ⁷	6.68×10 ¹⁰	8.59×10 ⁷	6.16×10 ⁷
Gross a	1.65×10 ⁷	1.07×10 ⁷	6.81×10 ⁷	1.56×10 ⁷
Total Activity	6.98×10 ¹²	4.19×10 ¹²	1.33×10 ¹²	3.01×10 ¹¹

핵종재고량 평가방법 C를 기반으로 인간침입(우물이용) 시나리오에 대해 전체처분시설(80만 포장물)의 예비안전성 평가 결과 1단계 동굴처분시설의 양수정 1과 양수정 2에 대해 성능목표치를 만족하였다. Table 10은 평가방법에 따른 HIC-PE 폐수지 포장물과 콘크리트라이닝 폐필터 포장물의 방사능량을 비교하여 제시하였다. Table 11은 평가방법 C에 의해 산출된 핵종재고량 결과를 나타내었다. Fig. 10은 평가방법 C를 반영하여 평가한 인간침입(우물이용)시나리오로의 양수정 1의 결과를 나타냈으며 Fig. 11은 양수정 2의 결과를 나타내었다.

5. 결론 및 향후계획

방사성폐기물의 처분안전성을 확보하기 위해서는 방사성폐기물이 처분시설의 인수기준에 만족해야 하며 방사성폐기물의 핵종별농도 및 총 방사능량 등의 처분제한 요인들의 정량화 및 농도에 따른 분류가 필요하다. 그러나, 중준위 폐기물 발생기관의 가용데이터를 기반으로 산출된 핵종재고량을 적용하여 예비안전성평가를 수행한 결과 처분안전성과 운영측면에서 많은 어려움이 예상됨을 확인하였다.

해외의 방사성폐기물의 분류 및 장기관리방안을 살펴보면

Table 11. Predicted radionuclide inventories for the LILW disposal facility development : evaluation C

Nuclide	(Unit : Bq, 200 L package)						Total		
	1 st disposal facility		2 nd disposal facility		3 rd disposal facility			4 th disposal facility	
	VLLW	LLW	ILW	VLLW	LLW	VLLW		LLW	VLLW
³ H	1.55×10 ⁹	4.14×10 ¹²	1.45×10 ⁴	3.47×10 ⁹	1.60×10 ¹³	4.33×10 ⁹	3.57×10 ⁸	7.47×10 ¹²	1.73×10 ¹⁴
¹⁴ C	7.47×10 ⁸	1.27×10 ¹²	2.06×10 ¹⁴	4.47×10 ⁸	1.82×10 ¹³	3.15×10 ⁹	2.36×10 ⁸	8.11×10 ¹²	2.34×10 ¹⁴
⁵⁵ Fe	1.99×10 ¹	1.67×10 ⁴	1.23×10 ⁶	1.94×10 ¹	2.43×10 ⁵	1.81×10 ²	1.22×10 ¹	1.01×10 ⁵	1.59×10 ⁶
⁵⁸ Co	1.41×10 ⁻¹²⁴	1.53×10 ⁻¹²¹	1.71×10 ⁻¹¹⁹	8.58×10 ⁻¹²⁵	1.68×10 ⁻¹²⁰	7.77×10 ⁻¹²⁴	5.56×10 ⁻¹²⁵	1.02×10 ⁻¹²⁰	1.99×10 ⁻¹¹⁹
⁶⁰ Co	2.18×10 ⁵	3.05×10 ⁸	2.99×10 ¹⁰	2.24×10 ⁵	3.22×10 ⁹	2.28×10 ⁶	1.51×10 ⁵	2.42×10 ⁹	3.58×10 ¹⁰
⁵⁹ Ni	1.26×10 ⁹	2.73×10 ¹²	1.59×10 ¹⁴	1.96×10 ⁹	1.14×10 ¹³	5.31×10 ⁹	3.98×10 ⁸	7.36×10 ¹²	1.81×10 ¹⁴
⁶³ Ni	2.16×10 ¹⁰	2.91×10 ¹³	1.00×10 ¹⁶	1.42×10 ¹⁰	2.89×10 ¹⁴	1.38×10 ¹¹	9.70×10 ⁹	1.78×10 ¹⁴	1.05×10 ¹⁶
⁹⁰ Sr	3.17×10 ⁷	5.65×10 ⁹	6.35×10 ¹²	7.92×10 ⁶	3.89×10 ¹⁰	6.37×10 ⁷	5.77×10 ⁶	2.06×10 ¹⁰	6.42×10 ¹²
⁹⁴ Nb	1.66×10 ⁷	1.42×10 ¹⁰	9.88×10 ¹¹	1.27×10 ⁷	1.17×10 ¹¹	1.12×10 ⁸	7.81×10 ⁶	5.73×10 ¹⁰	1.18×10 ¹²
⁹⁹ Tc	2.79×10 ⁸	2.04×10 ¹¹	2.26×10 ¹²	4.06×10 ⁸	1.87×10 ¹²	4.22×10 ⁹	2.73×10 ⁸	8.49×10 ¹¹	2.55×10 ¹³
¹²⁹ I	3.01×10 ⁵	1.84×10 ⁸	1.52×10 ⁹	2.34×10 ⁵	1.50×10 ⁹	2.32×10 ⁶	1.59×10 ⁵	7.59×10 ⁸	3.97×10 ⁹
¹³⁷ Cs	1.18×10 ⁸	1.98×10 ¹¹	4.56×10 ¹²	8.45×10 ⁷	2.26×10 ¹²	8.19×10 ⁸	5.68×10 ⁷	1.86×10 ¹²	5.00×10 ¹³
¹⁴⁴ Ce	1.69×10 ⁻²⁶	1.78×10 ⁻²³	4.10×10 ⁻²²	3.82×10 ⁻²⁷	1.84×10 ⁻²²	2.17×10 ⁻¹²⁶	2.34×10 ⁻²⁷	9.07×10 ⁻²³	7.02×10 ⁻²²
Gross a	1.54×10 ⁹	4.35×10 ¹¹	1.64×10 ¹²	1.55×10 ⁹	4.29×10 ¹²	1.56×10 ¹⁰	1.04×10 ⁹	1.69×10 ¹²	8.08×10 ¹²
³² P	0	0	0	0	0	0	0	0	0
³⁵ S	1.64×10 ⁻¹⁰⁶	4.36×10 ⁻¹¹¹	0	1.64×10 ⁻¹⁰⁶	1.81×10 ⁻¹¹⁰	1.64×10 ⁻¹⁰⁵	1.10×10 ⁻¹⁰⁶	8.72×10 ⁻¹¹¹	2.08×10 ⁻¹⁰⁵
¹²⁵ I	3.64×10 ⁻¹⁵⁷	3.37×10 ⁻¹⁷⁰	0	3.64×10 ⁻¹⁵⁷	1.40×10 ⁻¹⁶⁹	3.64×10 ⁻¹⁵⁶	2.43×10 ⁻¹⁵⁷	6.74×10 ⁻¹⁷⁰	4.61×10 ⁻¹⁵⁶
¹⁴⁷ Pm	1.50×10 ⁻¹	0	0	1.50×10 ⁻¹	0	1.50	1.00×10 ⁻¹	0	1.90
Total Activity	2.71×10 ¹⁰	3.81×10 ¹³	1.06×10 ¹⁶	2.21×10 ¹⁰	3.43×10 ¹⁴	1.72×10 ¹¹	1.21×10 ¹⁰	2.05×10 ¹⁴	1.12×10 ¹⁶
Disposal Amount	30,000	50,000	50,000	30,000	220,000	300,000	10,000	120,000	800,000

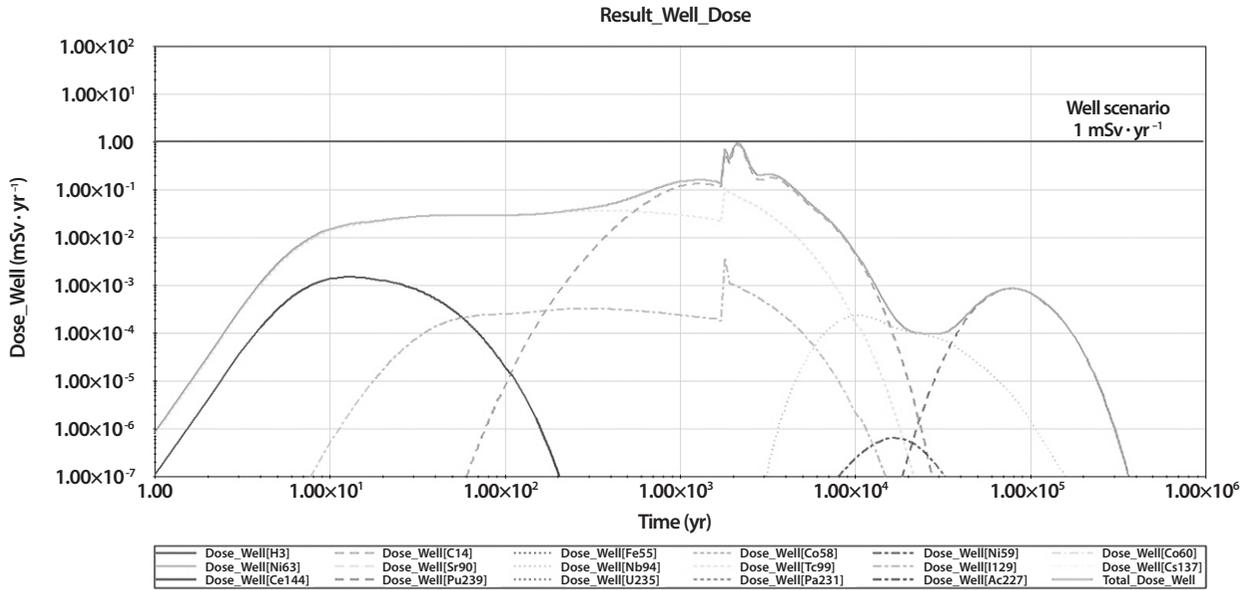


Fig. 10. Well(Well 1) Scenario Result of 1st disposal facility (based on inventory evaluation C).

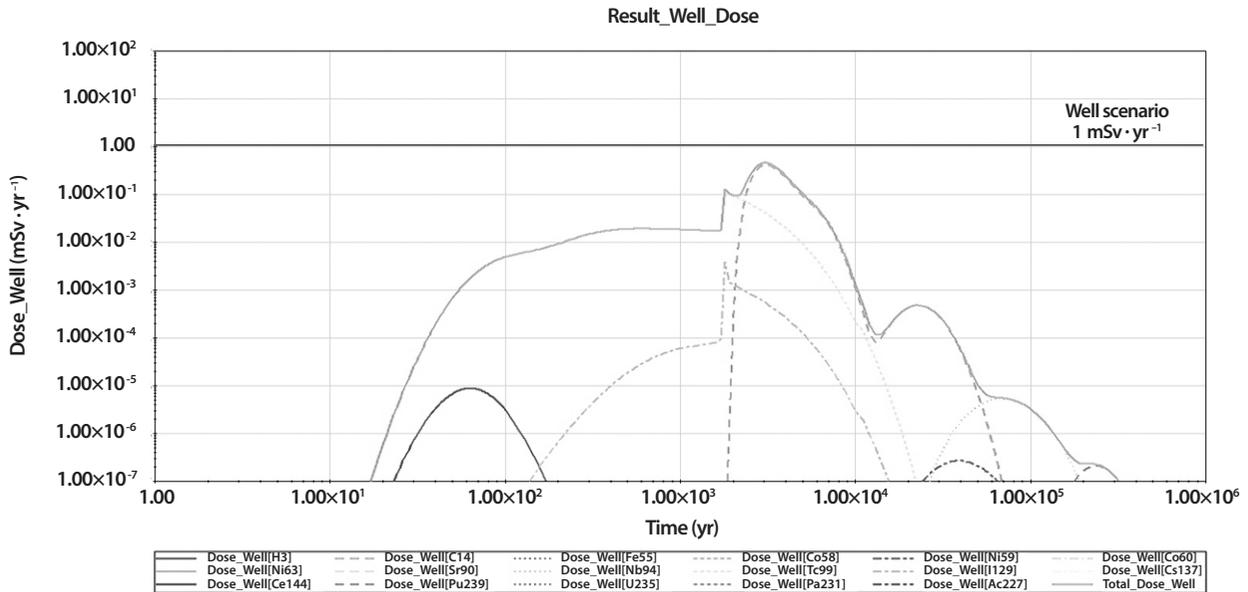


Fig. 11. Well(Well 2) Scenario Result of 1st disposal facility (based on inventory evaluation C).

중준위폐기물의 반감기에 따라 분류하여 처분방안을 연구 중이다. 프랑스 경우 장반감기 중준위폐기물에 대해 심지층처분을 고려하고 있으며, 핀란드는 중저준위방사성폐기물 중 방사능이 100 kBq·kg⁻¹ 이상은 중간깊이의 동굴처분을

고려하고 있다[11].

본 논문에서는 전체처분시설 예비안전성평가 결과를 바탕으로 중준위폐기물 중 성능목표치 초과핵종 (¹⁴C, ⁹⁹Tc)에 대해 방사능량이 큰 비중을 차지하는 단위포장물을 선별하고

Table 12. Concentration limit establishment process for ILW of 1st disposal facility

		Evaluation (A)	Evaluation (B)	Evaluation (C)
Satisfaction of Performance goal	Well 1	unsatisfied	unsatisfied	satisfied
	Well 2	unsatisfied	satisfied	satisfied
Establishment of concentration limit for applied package		-	1. HWR Concrete-lining of spent filter • Below the surface dose 20 [mSv·hr ⁻¹] 2. HWR Dry of spent resin • Below the concentration 2.12×10^{10} [Bq·Package ⁻¹] of ¹⁴ C	1. HWR Concrete-lining of spent filter • Below the surface dose 20 [mSv·hr ⁻¹] 2. HWR Dry of spent resin • Below the concentration 3.18×10^{19} [Bq·Package ⁻¹] of ¹⁴ C 3. HIC-PE of spent resin • Below surface dose 7.00×10^{12} [mSv·hr ⁻¹] 4. Concrete-lining of spent filter • Below the surface dose 20 [mSv·hr ⁻¹]

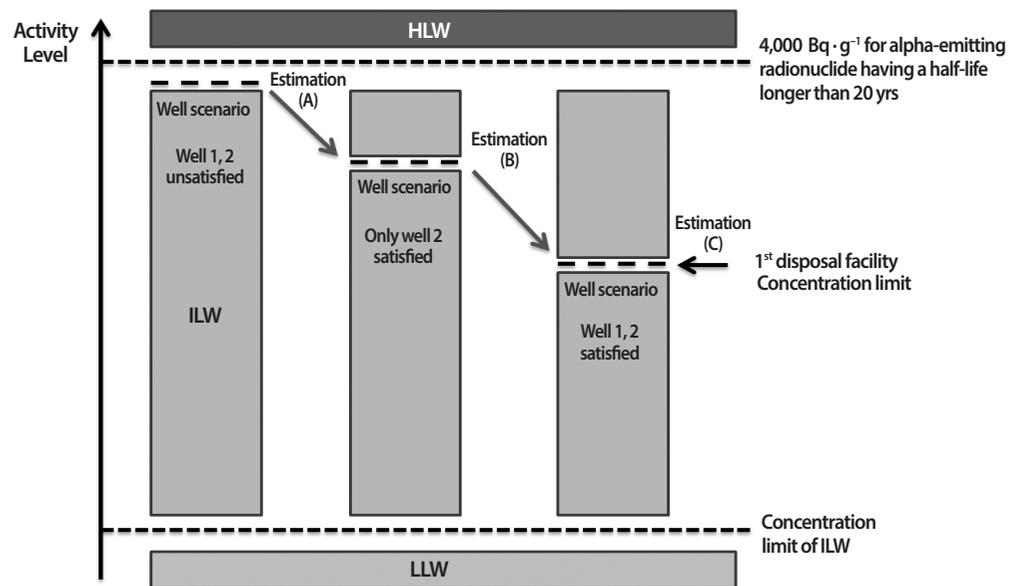


Fig. 12. Concentration limit establishment process for ILW of 1st disposal facility.

높은 표면선량률의 포장물을 제외하는 방식으로 처분방사능량을 제한하였다. Table 12는 핵종재고량의 평가방법에 따른 시나리오 결과 및 평가방법별 처분방사능량을 제외한 포장물을 요약하였으며, Fig. 12는 평가방법에 따른 처분방사능량제한 설정절차를 나타내었다.

이러한 연구결과를 통한 처분방사능량제한은 안전기준 만족을 위한 처분시설별 인수기준과 처분기준 설정에 기초 자료로 활용될 것이며, 경주 처분시설의 안전한 종합개발계획 수립 및 처분시설의 안전성 최적화를 위한 Safety Case 구축에 기여할 것으로 판단된다. 또한 처분대상에서 제외되는

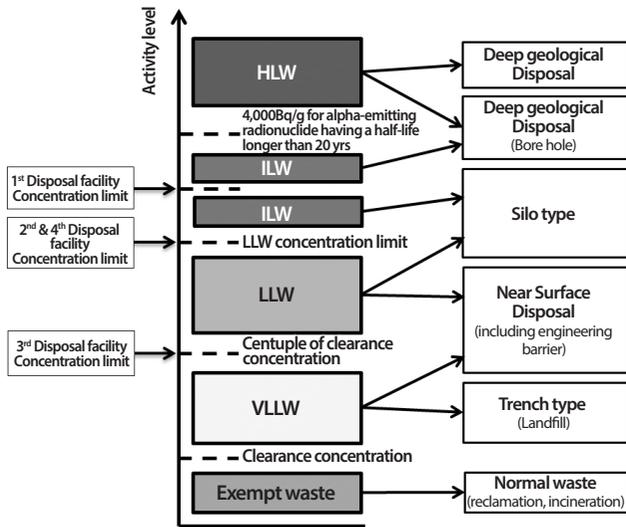


Fig. 13. Concentration limit establishment for each disposal facility of total disposal facility (draft).

방사성폐기물에 대해서는 장기적인 처분방식 수립이 필요할 것으로 판단된다. Fig. 13은 처분시설의 처분방사능량제한 설정(안)을 나타내었다.

향후 핵종재고량의 불확실성저감을 위해 추가적인 발생 기관의 분석데이터를 확보하여 지속적으로 보완할 것이며, 처분시설의 처분방사능량제한 설정에 대한 체계적이며 심도 있는 연구가 이루어져야 한다.

감사의 글

본 논문에는 우리나라 중저준위방사성폐기물의 발생자 데이터가 사용되었으며, 이들 데이터들을 수집, 가공 및 제공하여 주신 한국수력원자력(주), 한국원자력연구원 그리고 한전원자력연료(주) 담당자분 들의 수고에 깊이 감사 드립니다.

REFERENCES

[1] Korea Radioactive Waste Agency, Management plan for Low- and Intermediate-Level Radioactive Waste (2015).

[2] K.I. Jung, N.G. Jeong, Y.P. Moon, M.S. Jeong, and J.B. Park, "Prediction of Radionuclide Inventory for the Low- and Intermediate-Level Radioactive Waste Disposal Facility by the Radioactive Waste Classification", JNFCWT, 14(1), 63-78 (2016).

[3] Korea Hydro and Nuclear Power Co. Ltd., Surface dose of low- and intermediate-level radioactive waste (2014).

[4] Korea Atomic Energy Research Institute, Activity of low- and intermediate-level radioactive waste (2014).

[5] Korea Electric Power Corporation Nuclear Fuel Company, Activity of low- and intermediate-level radioactive waste (2014).

[6] Notice of the Nuclear Safety and Security Commission, Regulations for Criteria on the Classification and Clearance of Radioactive Waste, Notice No. 2014-03 (2014).

[7] K.I. Jung, J.H. Kim, M.J. Kwon, M.S. Jeong, S.W. Hong, and J.B. Park, "Comprehensive Development plans for the LILW Disposal Facility in Korea and Preliminary Safety Assessment", JNFCWT, 14(4), 385-410(2016).

[8] Organization for Economic Cooperation and Development Nuclear Energy Agency, Shallow Land Disposal of Radioactive Waste-Reference Levels for the Acceptance of Long lived Radionuclides (1986).

[9] Korea Hydro and Nuclear Power Co., Ltd., Development of Performance Assessment Methodology for Establishment of Quantitative Acceptance Criteria of Near-Surface Radioactive Waste Disposal, TR.01NC03,C2003.2 (2003).

[10] Goldsim Technology Group, Goldsim Containment Transport Module User's Guide, Version 6.4 (2014).

[11] Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), National Inventory of Radioactive Materials and Waste- Synthesis Report (2004).