

## 사용후핵연료 최종 처분장 비용평가 프로그램 개발

차정훈, 최희주\*, 이종열\*, 김성기\*, 최종원\*

경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 서천 1동

\*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

chamanse@nate.com

### 1. 서론

원자력발전으로 인하여 필연적으로 발생하는 사용후핵연료의 심지층처분은 사용후핵연료 처리 방법 중 현재 가장 안전한 방법으로 간주되고 있다. 국내에서는 아직 사용후핵연료 관리에 관한 구체적인 정책이 결정되지는 않았지만, 한국원자력연구원에서는 1997년부터 10년간 수행된 연구를 통하여 2006년 국내 결정질 암반 특성을 대상으로 사용후핵연료의 직접 처분을 위한 한국형기준 처분시스템(KRS)을 개발하였다. KRS를 이용한 최종처분장 비용평가가 수행되었지만[1~2] 변화하고 있는 원자력에너지 정책에 대한 비용평가를 하기 위해서는 기존의 단위 비용을 변화하는 조건에 따라 합리적으로 적용시켜야 하는 어려움을 가지고 있다.

본 프로그램은 최종처분장의 투자비, 운영비, 폐쇄비에 대한 7단계로 나누어진 비용평가 결과를 Excel 및 Visual Basic form형태로 제공하고 있다. 최종처분장의 비용은 사용자가 입력하는 PWR 및 CANDU 처분시설의 운영기간, 처분장의 공학적 방벽에 대한 정보, 추가되는 사용후핵연료 물량변화에 따른 용기 수 변화 및 처분동굴 수 변화를 반영하여 계산된다. 본 프로그램은 13개의 Excel 파일과 연동되어 처분장 비용평가를 수행하고 있으며, 프로그램 수행 후 Visual Basic Form을 이용하여 최종처분장의 투자비, 운영비, 폐쇄비 결과를 사용자에게 보여주고, 자세한 비용 내역은 Excel에 저장한다.

### 2. 프로그램 개요

본 프로그램이 시작 되면 13개의 Excel 파일이 동시에 연동되기 시작한다. 프로그램 입력은 4개 단계로 이루어져 있다. 프로그램 입력 1단계는 그림 1과 같이 PWR과 CANDU처분장의 운영기간을 입력한다. 입력 2단계에서는 그림 2와 같이 처분장 내부의 공학적 방벽의 상세 내용을 입력한다.

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuel in Korea

**처분기간 입력**

시작년도: 2041 ~ 종료년도: 2066  
 CANDU  
 PWR: 2068 ~ 2117

PWR 및 CANDU 사용후핵연료 처분 시작년도와 종료년도를 0000년 단위로 입력

Finish Next

CAFE Input Form 1/4

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuel in Korea

**EBS 정보입력** Load KRS Value

	CANDU	PWR
처분용기직경	1.02	1.02 [m]
처분용기부피	3.95	3.95 [m <sup>3</sup> ]
처분용기직경	2.04	2.04 [m]
처분용기부피	25.6	25.6 [m <sup>3</sup> ]
원형재직경	2.02	2.02 [m]
원형재부피	21.15	21.15 [m <sup>3</sup> ]

Back Next

CAFE Input Form 2/4

입력 3단계에서는 그림 3과 같이 기존 KRS에서 추가되는 처분용기에 대한 내용을 입력받게 된다. 추가 처분용기에 대해서는 추가되는 사용후핵연료의 물량을 MtU 단위로 입력할 수 있으며, 이에 대한 용기 수를 자동으로 계산하여 준다. 이를 참조로 보수적인 처분용기 수를 직접 기입할 수 있다. 입력 4단계에서는 추가되는 처분터널에 대한 정보를 입력하며, 이에 대한 기본정보는 한국 원자력연구원에서 기존에 개발된 CAVE (Calculation and Analysis of the Volume of Excavation in an underground disposal system) 프로그램을 참조할 수 있다 [3].

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuEl in Korea

**추가 처분용기 정보 입력** Load KRS Value

	CANDU	PWR	(단위)
추가처분용량	0	0	[M]
처분용기 수	0	0	[개]
처분용기가격	209000		[Euro]

KRS기준 추가 사용후핵연료 처분용량 입력  
KRS기준 - PWR 11,375 용기, CANDU 2,835 용기  
처분용기가격은 2008년 기준임

**CAFE Input Form 3/4**

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuEl in Korea

**추가 지하시설 터널 정보입력**

	Panel tunnel	Disposal tunnel	(단위)
터널바닥면적	0	0	[m <sup>2</sup> ]
터널 부피	0	0	[m <sup>3</sup> ]
터널 길이	0	0	[m]

KRS기준 총 추가 터널에 대한 값 입력  
Panel 터널의 단위길이는 259m  
Disposal 터널의 단위길이는 251m

**CAFE Input Form 4/4**

입력을 위한 4단계를 완료하면 그림 5와 같이 입력값에 대한 요약 창을 통해 확인할 수 있으며, 수정을 필요한 입력 값에 대해서는 해당 입력 값 제목을 클릭하면 된다. 입력 값을 모두 확인한 후 이에 대한 결과 창은 그림 6과 같다. 결과 창은 최종 처분장의 지상시설과 지하시설에 대한 투자비, 운영비, 해체비(폐쇄비)로 세분화 하여 \$와 원 단위로 보여준다. 또한 계산 시점에서의 환율을 입력하면 재계산된 원단위 비용을 확인할 수 있다. 계산 결과에 대한 자세한 내용은 프로그램 시작 시 연동되었던 Excel파일에 저장되게 된다.

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuEl in Korea

처분기간	CANDU	PWR	핵소 정보	CANDU	PWR
시작년도	2041	2043	처분용기가격	1,000	1,000 [m]
종료년도	2091	2117	처분용기용량	0	0 [m]
추가처분량	0	0	원소재적량	270	270 [m]
처분용기 수	0	0	추가터널 정보	Panel	Disposal
처분용기가격	209000 [Euro]		터널바닥면적	0	0 [m <sup>2</sup> ]
			터널 부피	0	0 [m <sup>3</sup> ]
			터널 길이	0	0 [m]

각 항목 클릭시 해당 INPUT 화면으로 바로 이동

**CAFE Input Summary**

**CAFE** Cost Assessment of the Final disposal of spent nuclear fuEl in Korea

핵소 기준 (1Euro)	지상시설비용	지하시설비용
<b>CANDU</b>	<b>Investment costs</b>	<b>Investment costs</b>
25 (단)	255,988 [Euro]	1,133,162 [Euro]
	353,982 (백만원)	1,699,743 (백만원)
<b>PWR</b>	<b>Operating costs</b>	<b>Operating costs</b>
52 (단)	2,273,094 [Euro]	1,412,903 [Euro]
	5,409,641 (백만원)	2,119,354 (백만원)
환율입력	<b>Decommissioning costs</b>	<b>Closure costs</b>
1 euro = 1500 (원)	14,403 [Euro]	202,473 [Euro]
	21,604 (백만원)	303,707 (백만원)
<b>Total Cost</b>	<b>Sub Total</b>	<b>Sub Total</b>
2,292,021 [Euro]	2,543,485 [Euro]	2,749,536 [Euro]
7,938,032 (백만원)	3,315,228 (백만원)	4,122,944 (백만원)

**CAFE Results**

### 3. 결론

본 프로그램은 기존의 한국원자력연구원에서 개발된 KRS를 기반으로, 향후 증가할 수 있는 사용후핵연료 물량에 대한 최종처분장의 비용을 계산할 수 있다. 최종처분장의 비용평가에 영향을 미치는 요건으로 처분기간, 추가처분물량, 추가터널부피, 공학적방벽의 변화를 고려하였으며 이에 대한 최종처분장의 비용을 투자비, 운영비, 폐쇄비(해체비)로 나누어 계산하고 있다. 프로그램을 이용하여 기존 KRS에 추가되는 물량이 없고 처분장 운영기간을 77년일 때를 계산하면 최종처분장의 총 비용은 약 7조 9천억원으로 추정된다. 본 프로그램은 1.0에 해당하며, 향후 처분장의 심도를 고려하고 연간 비용을 계산 할 수 있도록 개선 중에 있다.

### 참고문헌

- [1] Timo Saanio, Matti Kalliomaki, Ari Gardemeister, et al., "KRS-1, Pre-Conceptual Design of Korean Reference HLW Disposal System Volume 1", Posiva Oy, R&D Report 2005-04, 2005.
- [2] Kukkola, T., "Final disposal plant in Korea, description of above ground facilities", Posiva Oy, T&K-report 2005-03, 2005.
- [3] 최희주, 이종열, 김성기, 차정훈, "지하처분시설 굴착 물량 분석 프로그램 개발", KAERI/TR-3433/2007, 기술보고서, 한국원자력연구원 (2007).