

## RACE2010을 활용한 해체폐기물 경제성평가 Case 개발

최광순, 박정수, 이병식

한국전력기술(주), 경기도 용인시 기흥구 용구대로 2354

[kschoi@kepco-enc.com](mailto:kschoi@kepco-enc.com)

### 1. 서론

한국전력기술에서는 다양한 처리설비에 대해 설비 구매부터 폐기물 처분까지의 전체 단계에 걸친 평가가 가능한 경제성 평가 프로그램 (RACE2010)을 개발하였다. RACE2010은 신규 원전 건설시 원전 생애 주기 동안 발생하는 폐기물에 대한 경제성 평가뿐만 아니라 1회성으로 발생하는 원전 해체폐기물에 대한 경제성 평가 수행도 가능하다. 본 논문에서는 RACE2010 프로그램으로 원전 해체 대형 금속폐기물 처리 방안에 대한 경제성 평가 Case를 개발하여 향후 실제 용역 수행시 활용하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 평가 Case 개발 배경

2011년말 현재 전 세계적으로 435기의 원전이 가동 중에 있고 138기의 원전이 해체 중에 있다. 원전 해체시 발생하는 폐기물 중 Reactor Vessel, Steam Generator 등과 같은 대형금속폐기물은 폐기물의 부피 및 방사능량의 특성상 그 처리와 처분 과정에 있어서 일반 해체폐기물과 구분된다. 따라서 원전해체와 같은 대형사업을 효율적으로 수행하기 위해서는 대형금속폐기물의 처리 및 처분에 대한 면밀한 경제성 평가 수행이 요구된다.

이에 따라 본 평가 Case에서는 해체시 발생하는 대형금속폐기물 중 현재 국내의에서 가장 중점적으로 고려하고 있는 증기발생기(SG)를 처리 및 처분하는 여러 방안에 대한 경제성 평가 수행을 통해 향후 해체 사업이 본격화되었을 때 활용할 수 있는 참조 평가 Case를 개발하였다.

#### 2.2 평가 대상 방안

##### 2.2.1. 방안 I : "사전절단 - 포장용기 포장 - 처분"

SG를 1차 Loop 제염 후 적절한 포장용기에 들어갈 수 있도록 사전 절단하여 처분하는 방안이다. 방안 1에서 사전 절단 비용과 사전 절단으로 인한 처리전후부피비는 포장용기별로 달라지므로

아래와 같이 포장용기별로 평가방안이 세분화된다.

- 평가방안 I-1 : 20ft 컨테이너 포장
- 평가방안 I-2 : 4m<sup>3</sup>철재 드럼 포장

##### 2.2.2 방안 II : "사전절단 - 추가제염 - 분쇄 - 용융 - 포장용기 포장 - 처분"

사전 절단, 추가 제염 및 분쇄를 거친 후 용융시켜 200L 드럼에 처분하는 방안이다. 이 때 추가 제염 방식에 따라 처리 전후 부피비와 설비비용이 달라지므로 아래와 같이 제염설비별로 평가방안은 세분화된다.

- 평가방안 II-1 : 블래스팅 제염
- 평가방안 II-2 : 화학제염

##### 2.2.3. 방안 III : "임시저장 - 처분"

SG를 추가 제염, 절단 및 분쇄없이 일체형으로 처분하는 방안으로, SG는 임시저장고에 적정시간 저장된 후 처분시설에 처분된다.

#### 2.3 주요 입력 데이터 설정 방안

##### 2.3.1 처리전후 부피비

처리전후 부피비는 1차 Loop 제염, 사전 절단, 추가 제염, 분쇄, 용융 등으로 인해 감용되는 폐기물의 부피비를 의미한다.

예를 들어, 1차 Loop 제염의 경우 1차 Loop 제염으로 전체 SG 중 일부는 규제 면제 폐기물로 분류되어 후속 처리 대상 폐기물의 부피는 감소하게 된다. 따라서 1차 Loop 제염의 처리전후 부피비는 (SG 부피 - 1차 Loop 제염으로 발생하는 규제 면제 폐기물 부피) / SG 부피로 계산되어 약 0.4가 된다. (1차 Loop 제염 데이터는 참고문헌 3의 데이터 사용)

##### 2.3.2 연간 운전시간

현재 RACE2010에서는 연간 운전시간을 입력하도록 개발되었으나 본 평가 Case의 경우에는 폐

기물이 1회성으로 발생하기 때문에 총 운전비용을 인건비로 나누어 준 값을 연간 운전시간으로 사용하였다.

예를 들어, 사전절단설비의 경우 포장용기별로 사전 절단 횟수가 달라지므로 사전절단설비 운전비용은 포장용기에 따라 결정된다. (운전비용 계산은 미국 Trojan 원전 해체비용 계산 방식 적용) 즉, 사전 절단 횟수와 절단 횟수당 소요시간, 시간당 작업 비용을 고려하여 사전절단 설비 운전비용이 결정되고, 이 비용을 인건비로 나누어 준 값이 RACE2010에서 사용되는 연간 운전시간이 된다.

2.3.3 처분비 요율표

국내 처분비용은 지식경제부 고시 제 2011-197호 “방사성폐기물 관리비용 및 사용후핵연료관리 부담금 등의 산정기준에 관한 규정”을 기준으로 36,815 원/L이다.

RACE2010에서는 처분용기 부피가 아닌 처분용기 무게별, 방사능별, 표면선량별 처분비용만을 고려하도록 개발되어 있기 때문에 처분용기 무게별 DB를 변형하여 사용하였다. 즉 국내 처분비용인 40,065원/L 에 용기별 부피를 곱해주어 용기별 처분비용을 적용하였다.

2.4 주요 입력데이터 및 평가 결과 예시

본 평가 Case에서 사용된 주요 입력데이터는 다음과 같다. 제시된 입력데이터와 RACE2010 기본 DB 데이터를 사용하면 각 평가방안에 대한 경제성 평가 결과를 구할 수 있다. 단, 아래 입력데이터는 가정사항이 일부 존재하므로, 평가 결과는 참고용으로만 활용이 가능하다.

Table 1. Input Data.

비용 단위 : 백만원

|             | 방안 I-1 | 방안 I-2 | 방안 II-1 | 방안 II-2 | 방안 III |
|-------------|--------|--------|---------|---------|--------|
| 처리전후 부피비    | 0.49   | 0.49   | 0.022   | 0.004   | 1      |
| 구입비용        | 70     | 70     | 17,741  | 15,405  | 3,674  |
| 연간운전 시간(hr) | 659    | 694    | 16,637  | 13,097  | 0      |

입력데이터로 사용된 설비들은 다음과 같다.

- 사전절단설비 : 인버터 에어프라즈마 절단기

- 블래스팅제염 설비 : 참고문헌1의 블래스팅설비
- 화학제염 설비 : 참고문헌1의 화학제염설비
- 분쇄설비 : PSX-2250 상용 분쇄설비
- 용융설비 : 참고문헌1의 용융설비

3. 결론

이상의 평가 Case에서는 현재 확보가 어려운 입력 데이터가 존재하여 일부 가정사항이 적용되었다. 따라서 본 평가를 통해 정확한 최적 처리방안을 도출하기에는 무리가 있다. 다만, 현재 시점에서의 가용 데이터를 기준으로 평가가 가능하다는 점에서 유의미하며 이를 통해 해체 대형 금속 폐기물 처리 및 처분 최적방안 평가에 RACE2010을 활용할 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 또한 본 평가 Case에서 사용한 입력 데이터 및 평가 방안은 실제 대형 금속 폐기물 처리를 위한 경제성 평가시 참조 평가 Case로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

[1] Decommissioning Cost Analysis for the Korean Pressurized Water Nuclear Power Plant, KOPEC & RSCS, 2009.03.  
 [2] Decontamination Handbook, EPRI, 1999. 07.  
 [3] San Onofre's steam generator disposal project, Nuclear News 43page, October 2011.