

RACE2010 프로그램을 활용한 고체방사성폐기물 처리방식 경제성평가

박정수, 최광순, 이동진

한국전력기술(주), 경기도 용인시 기흥구 용구대로 2354

ispark@kepco-enc.com

1. 서론

원자력발전소를 포함한 원자력시설에서 발생되는 방사성폐기물은 어떤 종류의 처리설비와 포장용기를 선택하느냐에 따라 방사성폐기물 처리설비 구매비용, 처리비용, 수송비용 및 처분비용이 달라지므로 이들에 대한 전반적인 경제성 검토가 필요하다.

당사에서는 평가대상 폐기물에 대해 다양한 방사성폐기물 처리설비를 접목시켜 설비 구매부터 폐기물 처분까지의 전체 단계에 걸친 평가가 가능한 경제성 평가 프로그램(RACE2010)을 개발하였다. 또한, RACE2010은 평가 대상 폐기물 및 처리설비의 종류가 다수일 경우 각 폐기물별 어떤 설비를 적용하는 것이 경제적인지를 평가하기 위해 최적 설비 조합 계산도 가능하다.

원자력발전소에서 발생되는 습식 고체방사성폐기물인 농축폐액과 폐수지를 대상으로 RACE2010 프로그램을 활용하여 고체방사성폐기물 처리방식에 대한 경제성평가를 수행하였다.

2. 본론

2.1 농축폐액

2.1.1. 농축폐액 처리방식

농축폐액 처리방식으로 다음의 3가지 방안에 대해 경제성평가를 수행하였다.

- o 1 방안 : 농축폐액 건조 Bead를 폴리머로 고화하는 방안(농축폐액 폴리머고화설비 + 폐기물드럼 취급/이송 설비)
- o 2 방안 : 농축폐액 건조 Bead를 국산 고건전성용기((Polymer-Concrete(PC) HIC))로 포장하는 방안(PC HIC Capping/Grapple 장비 + 폐기물드럼 취급/이송 설비)
- o 3 방안 : 농축폐액 건조 Bead를 해외 고건전

성용기(Ferrallium HIC)로 포장하는 방안(HIC Capping/Grapple 장비 + 폐기물드럼 취급/이송 설비)

2.1.2. 기본자료 및 설비자료 입력

RACE2010에 입력되는 농축폐액 처리방식별 기본입력 자료 및 설비입력 자료는 Table 1 및 Table 2와 같다.

Table 1. Basic Input Data.

법인세	인플레이션율	인건비 단가(원/hr)	전기비 (원/kWh)
0.22	0.03	12,500	60

Table 2. Concentrate Equipment Input Data.

	1 방안	2 방안	3 방안
농축폐액 건조 Bead 발생량(m ³ /yr)	1.140	1.140	1.140
기기 구입비용(천원)	871,300	737,000	737,000
폴리머비용(천원/m ³)	35,293	0	0
폐기물과 폴리머 비율	0.43	0	0
연간 운전시간(hr)	6	0.33	0.33
운전 인력(man)	1	1	1
전기소모량(kW/hr)	8.2	3	3
운전기간(yr)	40	40	40
포장용기 종류	DOT-17H	PC HIC	EA-50
포장용기 단가(천원)	820	11,000	153,656
포장용기 내적(m ³)	0.187	0.818	1.144
포장용기 수량	6.10	1.39	1.00

2.1.3. 농축폐액 처리방식 경제성평가 결과

각 처리방식에 대한 최종 경제성을 비교하기 위해서 기자재 구입비, 처리비, 처분비를 현재(Present Worth Cost)화시켜 비용평가를 하였으며, 폐기물드럼 발생 장소가 지정되지 않았으므로 수송비는 제외하였다. 농축폐액 처리방식에 대한 각 방안별 경제성평가 결과의 Table 3과 같다.

Table 3. Concentrate Process Evaluation Results.

단위 : 백만원

	1 방안	2 방안	3 방안
기기 구입비용	871.3	737	737
기기 구입비용 현가	1,096.7	927.7	927.7
폴리머 비용	17.3	0	0
설비 전기사용 비용	3.0E-3	6.0E-5	3.0E-5
설비 운전비용 ^{주)}	0	0	0
포장용기 비용	5.0	15.3	153.1
연간 처리비용	22.3	15.3	153.1
연간 처분 비용	31.6	39.9	27.7
총 연간 비용	53.9	55.2	180.9
총 연간 비용 현가	1,402	1,435	4,702
총 현가	2,499	2,363	5,630

주. 200리터 드럼에 폴리머를 주입, 포장하거나 HIC에 포장하는 작업시간이 짧아 각 방안별 운전비용 차이는 미미함.

2.2 폐수지

2.2.1. 폐수지 처리방식

폐수지 처리방식으로 다음의 3가지 방안에 대해 경제성평가를 수행하였다.

- o 1 방안 : 폐수지를 탈수처리 후 폴리머로 고화하는 방안(폐수지 폴리머고화설비)
- o 2 방안 : 폐수지를 탈수/건조 후 국산 고건전성용기(PC HIC)로 포장하는 방안(폐수지건조설비)
- o 3 방안 : 폐수지를 탈수/건조 후 해외 고건전성용기(Ferrallium HIC)로 포장하는 방안(폐수지건조설비)

2.2.2. 기본자료 및 설비자료 입력

RACE2010에 입력되는 폐수지 처리방식별 기본입력자료 및 설비입력 자료는 Table 1 및 Table 4와 같다.

Table 4. Spent Resin Equipment Input Data.

	1 방안	2 방안	3 방안
폐수지 발생량(m ³ /yr)	27.1	27.1	27.1
기기 구입비용(천원)	494,000	322,700	322,700
폴리머 비용(천원/m ³)	35,293	0	0
폐기물과 폴리머 비율	0.44	0	0
연간 운전시간(hr)	176	272	192
운전 인력(man)	1	1	1
전기소모량(kW/hr)	8.4	41.7	41.7
운전기간(yr)	40	40	40
포장용기 종류	1,400 L Drum	PC HIC	EA-50
포장용기 단가(천원)	6,100	11,000	153,656
포장용기 내적(m ³)	1.274	0.818	1.144
포장용기 수량	21.27	33.13	23.69

2.2.3. 폐수지 처리방식 경제성평가 결과

각 처리방식에 대한 최종 경제성을 비교하기 위해서 기자재 구입비, 처리비, 처분비를 현가(Present Worth Cost)화시켜 비용평가를 하였으며, 폐기물드럼 발생 장소가 지정되지 않았으므로 수송비는 제외하였다. 폐수지 처리방식에 대한 각 방안별 경제성평가 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Spent Resin Process Evaluation Results.

단위 : 백만원

	1 방안	2 방안	3 방안
기기 구입비용	494.0	322.7	322.7
기기 구입비용 현가	621.8	406.2	406.2
폴리머 비용	420.8	0	0
설비 전기사용 비용	8.9E-2	6.8E-1	4.8E-1
설비 운전비용	2.2	3.4	2.4
포장용기 비용	129.8	364.4	3,640.0
연간 처리비용	552.9	368.5	3,642.8
연간 처분 비용	814.0	948.0	659.4
총 연간 비용	1,366.8	1,316.5	4,302.1
총 연간 비용 현가	35,538	34,229	111,856
총 현가	36,160	34,635	112,262

3. 결론

RACE2010 프로그램을 활용하여 농축폐액 및 폐수지 처리방식에 대한 경제성평가를 수행한 결과 농축폐액 건조 Bead는 국산 고건전성용기로 포장하고, 폐수지는 탈수/건조 후 국산 고건전성용기에 포장하는 "2 방안"이 경제성 관점에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

4. 참고문헌

- [1] 기술개발보고서, 방사성폐기물계통 안전화 및 감용방안 조사 및 경제성 평가방법 검토, 한국전력기술(주), 2010.12.
- [2] 지식경제부고시 제2008-227호, 방사성폐기물관리비용 및 사용후핵연료관리부담금 등의 산정기준에 관한 규정, 2008. 12.