

## 해체 가연성폐기물 감용처리 결과

윤경수, 이기원, 문제권

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

[ksyun@kaeri.re.kr](mailto:ksyun@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

한국원자력연구원에서는 한국방사성폐기물관리공단 으로부터 2008년 인수받은 실증용 방사성폐기물소각처리시설을 인수받아 보수 및 개선의 과정을 거쳐 2010년 12월 원자력안전법 제 63조에 의거 교육과학기술부로부터 인허가증을 받고, 사용전 검사를 거친 후 2011년 1월부터 본격적인 가연성폐기물 감용처리를 실시하고 있다. 사용전 검사가 끝난 2011년 11월부터 2012년 3월까지 연구로 1, 2호기 및 우라늄변환시설에서 발생한 가연성폐기물을 처리하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 개요

한국원자력연구원 북서쪽에 위치한 가연성폐기물처리시설은 한국원자력연구원 북서쪽 자연증발시설 근처에 위치해 있으며, 시설면적은 17 x 18 x 12(H)로 총 3층으로 구성되어 있다. 시설은 크게 준비실, 소각 공정실, 실험실 및 사무실로 구성되어 있으며, 소각 능력은 당초 20~30 kg/h 및 유기폐액 8 l/h로 되어 있다. 그러나 소각능력은 가연성폐기물의 무게보다는 소각 대상 폐기물의 발열량에 딸 결정되며, 각종 폐기물의 발열량은 그림 1과 같다.

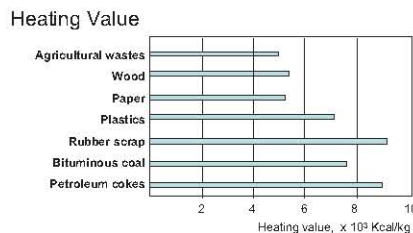


Fig. 1. 각종 폐기물의 발열량.

당초 소각대상 폐기물은 RI 사용기관의 동위원소 오염 폐기물과 원자력연구원의 일반 가연성폐기물을 소각대상으로 하고 있었으며, 우라늄 오

염폐기물을 포함한 알파선 방출 폐기물은 소각대상 폐기물에서 제외하였다. 본 소각로는 각종 비닐 및 플라스틱 및 염소를 함유하는 PVC도 처리가 가능하였다. 또한 RI 사용기관에서 발생한 가연성 고체폐기물 및 유기폐액도 소각이 가능하였다. 그러나 인허가 변경과정에서 알파폐기물 소각도 가능하도록 하였으며, 유기폐액은 소각 대상에서 제외하였다.

#### 2.2 해체 가연성폐기물 소각처리

##### 2.2.1 해체 폐기물 평가

2002년부터 발생한 연구로 해체 가연성폐기물은 전 베타 감마 농도가 0.4 Bg/g 이상의 것으로 정하였으며, 폐기물은 주로 섬유, 종이, 플라스틱 및 목재가 주성분이다. 주 핵종은 Co-60, Cs-137, Cs-134, Eu-152 및 Eu-152 이며, 총 171드림이 발생하였다. 2005년부터 발생하기 시작한 우라늄변환시설 해체 가연성방사성폐기물은 전 방사선 농도를 0.04 Bg/g으로 하였으며, 폐기물의 주성분은 연구로와 같다. 해체 폐기물은 그 오염도가 아무리 낮아도 폐기물의 최종 처리를 위한 시나리오 작성 및 이에 따른 영향 평가를 수행하고, 그 시나리오에 의하여 처분하여야 하나 가연성폐기물의 경우 이러한 최종 처분의 시나리오를 설정하는 것이 거의 불가능하다. 또한 해체 현장에서 발생한 폐기물을 그대로 처분하는 경우 막대한 처분비가 소요되기 때문에 가연성 폐기물은 소각하여 희분만 방사능 농도에 따라서 처리하는 것이 바람직하다.

##### 2.2.2 가연성폐기물 처리

그림 2에는 가연성폐기물 처리시설 공정실에 설치되어 있는 공정 컴퓨터 그래픽 화면이 되며, 여기에는 주 소각로, 후연소로, 여과계통 및 연도 등에서의 온도, 압력 및 압력 손실 등이 항시적으로 나타나도록 되어 있다. 연구로 1, 2호기 및 우라늄변환시설에서 발생한 가연성폐기물 처리는 우선 우라늄변환시설에서 발생한 폐기물을 2011년 11월부터 소각처리하였으며, 2012년 3월까지

총 1.44톤(454드럼)을 처리하였다.



Fig. 2. 소각공정 그래픽 화면.

표 1에는 전체 운전 중 각 부분에서의 온도 및 압력을 나타냈으며, 표 2에는 소각대상 방사성폐기물의 이력을 나타냈다.

Table 1. 주요 공정에서의 온도 및 압력.

소각공정계통	온도(℃)		압력(mmHzO)	
	min	max	min	max
주버너	574	840	10	45
보조보너	487	847		
후연소로	230	500	120	230
열교환기	150	200	200	400
포대여과기	30	300	70	100
냉각기(담)	70	145		
고성능여과기			120	150
배기팬	50	75	600	650

Table 2. 소각대상 방사성폐기물 이력.

용기번호	내용물	용기포함 무게(Kg)	폐기물 무게(Kg)	방사선량률(μSv/hr)	
				표면(0.1m)	이격(1m)
UC-2L-1292	가연성혼합물	56	33	0.18	0.12
UC-2L-1271	가연성혼합물	39	16	0.21	0.13
UC-2L-1104	비닐	114	91	0.36	0.17
UC-2L-1308	비닐	54	31	0.21	0.13
UC-2L-1161	섬유	90	67	1.29	0.42
UC-2L-1163	섬유	35	12	0.31	0.15
UC-2L-1306	목재	90	67	0.24	0.15
UC-2L-1307	목재	74	51	0.19	0.11

그림 3에는 가연성폐기물을 소각하는 실제와 가연성폐기물 드럼을 개봉한 상태를 나타내었다.



Fig. 3. 소각로 및 가연성폐기물 드럼 실제.

### 2.2.3 소각실험 결과

지난해 말부터 본격적인 가연성폐기물을 소각한 결과 중 가장 감용률이 높은 것과 낮은 것을 표 3에 나타냈다. 소각로 하단부에서 수거한 재가 전체 재 발생량의 대부분을 차지하였고, 가장 감용률(11.1)이 낮은 것은 비닐이 포함되었던 관계로 완전연소하지 않고 녹아 하단부에 쌓이는 현상이 발생해 감용률이 가장 낮게 나타났으나 종이와 목재 등으로 이뤄진 드럼을 개봉하여 소각하였을 때는 감용률이 72.7을 나타냈다. 감중률 역시 감용비와 비례하는 현상을 나타내고 있다.

Table 3. 우라늄변환시설 폐기물 소각재 실험 결과.

소각일시	2011. 9. 2	2012. 3. 7~16
폐기물 투입량 - 무게(kg) - 부피(L)	28.4 200	172.2 1,600
소각재 발생량 - 소각로 - 후연소로 - 포대여과기 합계 : 무게 (부피)	7.4 ≒0 ≒0 7.4 18.1	12.9 ≒0 ≒0 12.9 22.0
감중률	3.8	13.4
감용률	11.1	72.7
방사선량률(μSv/hr) 표면(0.1m) 이격(1m)	0.24 0.18	0.63 0.27
해중농도(Bq/g)	2.12E02	5.74E03

### 3. 결론

우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 가연성 방사성폐기물을 소각한 결과 만족할 만한 감중비와 감용비를 나타냈으나 비닐 등을 소각할 때는 완전연소하지 못하고 액체상태로 바뀌어 소각로 하단부로 이동하므로써 연소를 방해하는 현상이 나타나고, 감용률이 현저히 떨어지는 현상을 나타내므로 이후 비닐 등의 소각시에는 완전연소를 시킬수 있는 방안 강구와 더불어 가연성폐기물 분리시 철 등 불연소 물질을 구분하는 작업이 필요함을 알 수 있었다. 또한 대기로의 방사성물질의 배출은 전무하고, 공정 및 시설 내 설정한 부압을 유지하여 안전성을 확인할 수 있었다.