

## 가연성 해체폐기물 감용처리 및 그 결과

조광훈, 이기원, 홍상범  
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045  
 nkchcho@kaeri.re.kr

### 1. 서론

한국원자력연구원에서는 2008년 한국방사성폐기물관리공단으로부터 인수받은 방사성폐기물실증소각시설을 원자력법 제76조에 의거 인허가 신청을 하여 2010년 12월 인허가증을 교부받았으며, 2011년 7월 시설운동을 위한 최종단계인 사용전검사 시정조치 완료 통보를 받아 정상적으로 가연성폐기물 처리시설 운전이 가능하게 되었다. 이에 따라 시설의 성능을 알아보기 위해 우라늄변환시설에서 발생한 가연성 방사성폐기물 6드럼을 시범 소각하였다. 시범소각을 통해 실제 운전 에 일어날 수 있는 다양한 현상들에 대해 미리 점검해 보는 기회를 가졌으며, 별다른 문제없이 시범소각을 완료하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 개요

한국원자력연구원 북서쪽에 위치한 가연성폐기물처리시설은 1996년 가연성폐기물을 처리하기 위한 실증시설로 건설하여 운영하던 중 2000년 사업이관과 함께 현재의 한국방사성폐기물관리공단에 2008년까지 무상임대해 주었던 시설이다. 한국원자력연구원 제염해체기술개발부에서는 우선 연구로 1, 2호기 및 우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 가연성폐기물을 감용 처리하기 위해 2008년 이 시설을 인수하였다. 2009년 원자력법 제76조에 따라 폐기시설등의 건설·운영허가를 신청하여 2010년 인허가증을 교부받아 2011년 7월 사용전검사 시정조치 완료 통보를 받고 실제 방사성폐기물의 시범소각을 통해 시설의 건전성 확인과 더불어 감증비 및 감용비 등을 확인하였다.

#### 2.2 가연성 해체 방사성폐기물 소각 실험

##### 2.2.1 소각용 폐기물 준비

마스크 등 방사선 방호용구를 착용한 방사선작업 종사자가 우라늄변환시설에서 발생한 가연성

방사성폐기물 드럼(표 1 참조)을 개봉하여 소각로 투입구에 투입이 가능하게끔 적당량의 폐기물을 종이 봉투에 포장하여 소각시설 2층의 소각로 투입구 부근으로 이송하였다. 소각은 아래의 표와 같이 2번에 나누어 실험을 진행하였다.

Table 1. 소각대상 방사성폐기물 이력.

| 용기번호       | 내용물    | 용기포함 무게 (Kg) | 폐기물 무게 (Kg) | 방사선량률 (μSv/hr) |         |
|------------|--------|--------------|-------------|----------------|---------|
|            |        |              |             | 표면 (0.1m)      | 이격 (1m) |
| UC-2L-1291 | 가연성혼합물 | 49           | 26          | 0.17           | 0.12    |
| UC-2L-1292 | 가연성혼합물 | 56           | 33          | 0.18           | 0.12    |
| UC-2L-1308 | 비닐     | 54           | 31          | 0.21           | 0.13    |
| UC-2L-1254 | 가연성혼합물 | 49           | 26          | 0.24           | 0.13    |
| UC-2L-1268 | 철유     | 59           | 36          | 0.26           | 0.18    |
| UC-2L-1300 | 가연성혼합물 | 50           | 27          | 0.21           | 0.12    |

그림 1에 현재 가연성폐기물처리공정의 열 및 물질수지를 나타내었다.

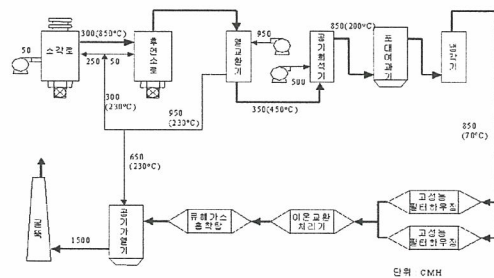


Fig. 1. 가연성폐기물 처리공정의 열 및 물질 수지.

##### 2.2.2 소각 실험 절차

소각시험 계획 단계에서는 물질별로 감용처리 하려 하였으나 드럼 개봉결과 물질별로 분류하여 소각할 경우 소각량이 부족하여 적절한 연소상태를 유지하기 힘들것으로 판단되어 드럼별로 발열량이 높은 폐기물과 낮은 폐기물을 혼합 재포장하여 소각공정 운전절차서에 따라 소각실험을 수행하였다. 실험은 예열용 버너를 이용하여 소각로 및 공정 각부를 예열시킨 후 소각로 온도가 폐기물 지정 투입온도에 다다른 포장된 폐기물

을 투입하는 반연속식으로 진행하였다. 소각공정의 세부 운전절차는 다음과 같다.

- 소각공정의 각 부위별 이상 유무 점검
- 제어실내의 각종 측정기기 작동
- 송풍 및 배기용 팬과 시설 환기용 팬 가동
- 예열용 버너 점화 후 소각로 및 각 단위공정 예열
- 소각로 내부온도가 약 600℃에 도달하면 포장된 폐기물 투입
- 소각로 온도가 850℃에 도달하면 예열용 버너 가동 중지
- 소각로 온도가 상승하였다가 하강하면 포장 폐기물 재투입
- 실험이 진행되는 동안 운전절차서에 따라 각 공정의 온도, 압력 등 측정/기록 유지
- 소각로가 정상상태에 도달하면 분진 및 기체 농도 분석
- 계획된 양의 폐기물 투입이 완료되면 소각로 온도가 200℃ 미만으로 떨어질 때 까지 각종 계기 및 팬 정상 가동

2.2.3 소각실험 결과

우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 가연성 방사성폐기물 소각시의 운전조건을 표 2에 나타내었다. 소각공정의 온도가 정상상태를 유지할 때에 소각로 내부압력 및 각 공정의 압력은 -10~-40 mmH<sub>2</sub>O 및 소각공정 운전절차서에 나타난 부압을 유지하여 소각공정의 안전성과 폐기물 투입시 작업자의 안전성 확보가 확인되었다.

Table 2. 우라늄변환시설 폐기물 소각시 운전조건.

|                                   | 1차 소각                                      | 2차 소각                   |
|-----------------------------------|--|-------------------------|
| 소각일자                              | 2011/08/25                                 | 2011/08/29              |
| 소각폐기물 총량<br>무게(kg)<br>부피(L)       | 99.3<br>650                                | 89.9<br>605             |
| 운전경로                              | 소각로-후연소장치-열교환기-공기회석기-포대여과기-HEPA필터-공기가열기-연도 |                         |
| 운전 온도 조건                          | 830~850℃에서 폐기물 지정 투입                       |                         |
| 운전중 노내 압력<br>(mmH <sub>2</sub> O) | -10~-40 유지                                 | -10~-40 유지              |
| 운전 특기 사항                          | 후연소로장치 작동<br>않음(원심집진기능)                    | 후연소로장치 작동<br>않음(원심집진기능) |

총 2회에 걸쳐 수거한 소각재 발생량 및 이로부터 계산한 우라늄변환시설 해체폐기물의 감중/감용률을 표 3에 나타내었다. 소각로 하단부에서 수거한 재가 전체 재 발생량의 대부분을 차지하였고, 1차 소

각시 비닐이 포함되어있던 관계로 완전연소하지 않고 녹아 하단부에 쌓이는 현상이 발생했으며, 폐기물 중 일부에 철 성분이 포함되어 있어서 2차 소각시의 감중률 10.6에 비해 1차 소각시에는 감중비(7.7)가 현저히 떨어지는 현상을 나타내었다. 또한 감용비에 있어서는 1차 소각시 53.5, 2차 소각시 64.4를 나타내어 당초 예상했던 감용비 50보다 높게 나타났으며, 방사선량률은 소각로 및 후연소로등을 완전히 세척하지 않아 잔량이 남아있던 관계로 다소 높게 나타났다.

Table 3. 우라늄변환시설 폐기물 소각제 실험 결과.

|  | 1차 소각                              | 2차 소각                           |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
| 폐기물 투입량<br>- 무게(kg)<br>- 부피(L)                           | 99.3<br>650                        | 89.9<br>605                     |
| 소각재 발생량<br>- 소각로<br>- 후연소로<br>- 포대여과기<br>합계 : 무게<br>(부피) | 12.88<br>≒0<br>≒0<br>12.88<br>12.1 | 8.48<br>≒0<br>≒0<br>8.48<br>9.4 |
| 감중률  | 7.7                                | 10.6                            |
| 감용률  | 53.7                               | 64.4                            |
| 방사선량률(μSv/hr)<br>표면(0.1m)<br>이격(1m)                      | 0.22<br>0.165                      | 0.31<br>0.22                    |

3. 결론

우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 가연성 방사성폐기물을 시범 소각한 결과 만족할 만한 감중비와 감용비를 나타냈으며, 이후 비닐 등의 소각시에는 완전연소를 시킬수 있는 방안 장구와 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.