

가연성폐기물처리시설 운전과 감용처리 결과

윤경수, 이기원, 민병연, 문제권

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

ksyun@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서는 2010년 12월 원자력법 제76조(원자력안전위 출범으로 원자력안전법 제63조 바뀜)에 의거 교육과학기술부로부터 폐기시설 등의 건설·운영 허가증을 받고, 2011년 7월 사용전 검사 승인을 거친 후 2011년 8월부터 본격적인 가연성폐기물 감용처리를 위한 연구와 실증시험을 계속 실시하고 있다. 본 논문에서는 사용전검사가 끝나고 시험운전 기간을 거쳐 2011년 8월부터 2012년 8월까지 우라늄변환시설에서 발생한 가연성폐기물을 소각로를 이용하여 처리한 실증시험 결과와 운전 중 시행한 시설의 보수와 기기의 검교정 결과를 각각 제시하였다.

2. 본론

2.1 개요

한국원자력연구원에서는 방사성폐기물을 경주 처분장에 직접 처분할 경우 막대한 처분비용이 소요될 뿐 아니라 방사성폐기물의 저장 안전성을 고려하여 가연성폐기물을 소각하거나 압축하는 등 감용처리하는 방안을 연구하였으며, 그 일환으로 기존의 실증용소각시설을 이용하여 가연성폐기물을 획기적으로 감용할 수 있는 소각에 대한 연구를 진행하고 있다. 한국원자력연구원에 위치한 소각시설은 소규모(평균 20kg/h) 시설로 연구 목적에 부합하는 시설이라 할 수 있으며, 연구원에서는 이를 이용하여 가연성폐기물에 대한 감용 실증시험을 수행할 뿐만 아니라 운전 중 발생할 수 있는 여러 가지 Know-How 습득과 시설의 보수 및 감용비를 높이거나 작업 효율을 높일 수 있는 장치개선에도 주력하고 있다.

2.2 가연성폐기물 처리시설 운영

2.2.1 시설의 보수 및 기기 검교정

2012년 시행한 가연성폐기물 처리시설의 주요 보수 작업 및 시설 개선 사업은 2011년 사용전 검사에서 지적된 시설 내 3층의 화재방지시설을

공간에 적합한 약재량을 계산하여 설치하는 것과 포대여과기의 이상으로 과도한 소각재가 발생하여 이를 보수하고 교체하였으며, 이에 따라 Medium 필터, HEPA 필터 및 Charcol필터를 새롭게 설치하여 절차서에 따라 공인검증기관에 의탁하여 누설검사를 실시하였다. 또한 냉각수의 누수로 응축수의 오염검사를 실시하였으며, 오염이 되지 않아 냉각기의 외형을 수리하여 정상운전이 가능하게 하였다. 또한 방사성폐기물 저장고의 출입문 수리 등을 진행하였으며, 각종 계측장비와 기기에 대한 검교정 작업이 진행되었다. 특히 환경감시장치인 TMS(Tele Micro System) 정도검사와 필터의 교체로 인한 필터뱅크 누설시험도 진행하였다. 환경감시 장치인 MIR-9000에 대한 정도검사는 공인검증기관인 한국산업시험연구원에서 표준가스 SO₂, NO, CO, HCL을 이용하여 실시하였으며, 모든 부분에 적합 판정을 받았고, KDS2000S의 DUST와 O₂에 대한 정도검사에서도 각각 적합 판정을 받았다. 필터 뱅크 누설검사는 이 분야 공인검증 기관인 필터 시험연구원에 의뢰하여 실시하였으며, 아래의 표와 같이 각각 합격 판정을 받았다.

Table 1. 필터뱅크 누설률 검사결과.

검사항목	검사결과		판정기준	검사 판정	
	1호기	2호기		1호기	2호기
HEPA Filter Bank 누설검사	0.017%	0.010	0.05% 이하	합격	합격
Adsorber Bank 누설검사	0.005%	0.006	0.05% 이하	합격	합격

2.2.2 가연성폐기물 처리시설 운전절차서 개정

가연성폐기물 처리시설 운전절차서는 2010년 시설의 인허가를 받기 위해 작성한 소각공정 운전절차서, 소각시설 액체폐기물 처리절차서, 배기환기 필터 정기점검 및 교체 절차서, 비상발전기 운전절차서, 소각로 점검 및 유지보수 절차서, 소각재 수거 및 임시보관 절차서, 소각공정 비정상 및 경보시 운전절차서, 열교환기 점검 및 유지보수 절차서, 배기체 연속측정감시시설비 운전 절차

서, 공기압축기 점검 및 유지보수절차서, 방사선 안전관리절차서, 품질보증절차서 등 13종에 달하며. 사용전검사시 절차서 작성을 요구한 압력측정기 교정절차서, 비상대응절차서, 소각대상 폐기물 인수절차서, 해체폐기물 저장고 관리절차서, 고체 방사성폐기물관리절차서, 해체폐기물저장고 운영절차서 등 6종을 포함하여 총 19종에 달한다. 2012년에는 원자력 관련 주요 법령이 원자력안전위가 출범함에 따라 원자력안전법으로 바뀌고 관련 고시도 원자력안전위원회 고시로 변경됨에 따라 이에 대한 사항을 반영하였으며, 제염해체기술 개발에서 제염해체연구부로 부서 명칭이 변경됨에 따라 이에 대한 사항도 반영하였다.

2.2.3 가연성폐기물 처리시설 운전결과

2011년 8월부터 연구로 1, 2호기 및 우라늄변환 시설 해체과정에서 발생한 가연성폐기물 감용을 위한 실증시험을 계속하고 있으며, 2012년 8월 현재 약 4톤을 감용 처리하였다. 또한 2012년 6월 22일부터 8월 9일까지 주 소각로 하단에 위치한 재 수거함의 바닥재(Bottom Ash)와 후연소로와 포대여과기에서 수거된 비산재(Fly Ash)의 비율과 특성을 알아보기 위해 매일 실증실험을 한 후 소각재를 수거하여 그 비율을 조사하였으며, 그 결과를 아래의 표2에 나타내었다.

Table 2. 소각재 발생량.

처리 일자	소각량		소각재 발생량					
			후연소로		포대여과기		바닥재	
	무게 (Kg)	부피 (L)	무게 (Kg)	부피 (L)	무게 (Kg)	부피 (L)	무게 (Kg)	부피 (L)
6월	106		1.08	0.625	1.46	4.7	8.54	18.9
7월	122		1.56	1.77	1.62	2.3	8.52	19.8
8월	152,1		1.56	1.68	1.44	3	15.86	20.5
합계	1,749		4.2	4.075	4.52	10	32.92	59.2

표에서 보는 바와 같이 감용처리 결과 발생하는 대부분의 소각재는 바닥재(약 80 wt%)이며, 후연소로와 포대여과기에 수거된 비산재는 각각 10% 정도이다. 가연성폐기물을 처리할 경우 처리하기 어려운 물질 중에 연화비닐이 있으며, 이는 완전 연소 전에 소각재 수거함으로 떨어져 소각효율을 감소시키는 결과를 나타낸다. 이러한 현상을 고려하여 소각로내에 별도의 용기를 설치하여 비닐

을 완전 소각하였을 감용률은 88.4에 달했으며, 목재와 섬유 등이 포함된 드럼에서는 19.0을 나타냈고, 압축한 드럼의 평균 감용비는 23을 나타냈다. 표 3에는 압축한 드럼과 압축하지 않은 드럼의 특성을 나타냈는데 압축한 드럼이 약 4배 정도의 무게가 더 나감을 알 수 있다.

Table 3. 압축드럼과 비압축 드럼 비교.

드럼갯수	총 무게(Kg)	평균무게(kg)
57	1,839	32.3
16	1,864	116.5

방사성폐기물 인수기준인 입도 0.01mm 1% 이상 및 0.2mm 15% 이상일 경우에는 고품화를 해야 하는 조건이 있으나 소각재의 대부분을 차지하는 바닥재 중 0.2mm 미만의 소각재는 약 18%를 차지해 바닥재중 0.2mm 미만의 바닥재만 체분리하여 비산재와 혼합하여 고품화할 예정이다.

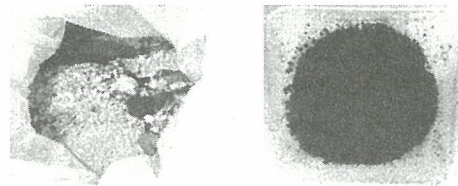


Fig. 1. 바닥재와 비산재 비교.

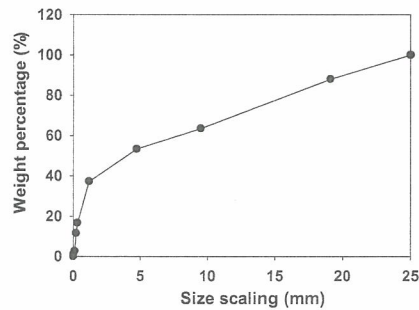


Fig. 2. 바닥재 입도 분포도.

3. 결론

폐기시설인(가연성폐기물처리시설)을 이용하여 약 72드럼(4톤)을 방사성폐기물을 처리하였으며, 소각재의 대부분은 바닥재가 차지하고 있으며, 바닥재 중에서도 고품화의 조건이 되는 0.2mm 미만의 소각재는 18%에 불과함을 알 수 있었고, 시설의 보수와 각종 기기의 검교정을 절차서에 따라 완료하였고, 원자력안전위원회가 신설과 조직명칭 변경에 따른 절차서의 개정을 완료하였다.