

방사성폐기물 유리화설비 RI 성능시험

이경호/홍용호/김민수/황인호/박세교
(주) 액트

E-mail: Khlee@actbest.com

중심어 (keyword) : 유리화설비, RI성능시험, 제염계수

서론

울진 유리화 설비는 원자력발전소에서 발생된 중,저준위 방사성폐기물을 감용처리하기 위한 시설로써 울진원자력 제3발전소 방사성폐기물 건물내에 설치되어 2008년 10월, 정부의 운영 허가를 득하고 2008년 10월부터 시운전을 계속하여 2009년 3월 정상운전을 위한 준비중에 있다. 시운전기간동안 정상가동을 위한 준비단계로 RI를 사용한 성능시험을 정부가 요구하게 되었고 따라서 2009년 2월-3월동안 Cs-137과 Co-57 동위원소를 이용한 RI 성능시험이 원자력발전기술원에 의해 수행되었다. 폐사는 본 용약을 원자력발전기술원에서 수주하여 시험을 수행하게 되었다. 본 성능시험의 목적은 정상가동전 유리화설비의 운전조건을 검증하기 위함인데 이는 유리화 시설내 해당설비들이 유리화시설의 안전성분석보고서의 제염계수에 대한 설계기준치를 만족하고 환경으로의 방사성물질 배출량이 배기중의 배출관리 기준값과 유리화시설의 배출관리목표를 만족하는지 확인을 하기 위함이다. 본 논문은 유리화 시설의 RI 성능시험과 관련한 측정결과가 한국원자력연구원에서 아직 나오지 않은 관계로 RI 성능시험과 관련한 준비작업 및 실제 작업들에 대한 기술지원 부분에 대해서만 간략하게 기술하고자 한다.

RI 성능시험 준비 및 시험

RI 성능시험의 목적에 부합하는 동위원소의 선정에

있어서는 최소의 시설 오염과 모의 폐기물의 방사능량을 고려하여 감마선원인 Co-57 20mCi와 Cs-137 1.5mCi 개봉선원(각 액체는 5ml입)을 선정하였다. Co-60을 선정하기 않고 반감기가 짧은 Co-57(반감기 177일)을 선정하여 RI에 대한 시설에의 오염 영향을 최소화하였다. (주)액트의 울진사업소를 허가내어 현장내에서 RI 분배 및 사용을 할 수 있도록 하였다. 모의폐기물의 제조는 본 유리화시설의 시운전을 책임지고 있는 원자력발전기술원의 관리,감독하에 현장에서 이루어졌는데 현장에서 준비된 28.94Kg의 Zeolite에는 Zeolite에 흡착이 잘되는 Cs-137를 혼합하여 균질하게 혼합이 되도록 교반기를 이용하여 제조하였고 준비된 양이온 레진 42.88Kg에는 흡착이 잘되는 Co-57를 혼합하여 균질하게 혼합이 되도록 교반기를 이용하여 제조하였고 음이온 레진은 RI를 섞지않고 원상태에서 교반하여 준비가 되도록 한 후 3가지 종류 전체 72.8Kg(수분무게 제외)을 혼합하여 수분이 충분히 빠져서 건조될 때까지 RI 사용시설에서 4일 이상 방치하였다. 이후 건조상태를 확인 후 유리화설비의 레진호퍼에 전체량을 투입하여 RI 성능시험을 할 수 있는 준비를 하였다. 모의폐기물의 경우 잡고체 : 수지의 혼합비율을 5:1로 하여 모의폐기물을 제조도록 되어있고 본 RI 성능시험의 경우는 운전 배치당 6시간씩 전체 3배치 운전을 고려한 모의폐기물량을 선정하였고 각 배치당 전체 준비된 양의 1/3씩 투입되도록 하였다. 혼합수지의 균질성은 시료를 적정량 샘플링하여 각 RI의 비방사능값이 만족되는지 여부를 확인하여 만족 확인후 작업을 수행하였다. RI 성능시험은 배기체 처리계통의 제염계수를 평가하는 것이므로

로 배기라인의 배기가스 샘플링 port에서 배기시료채취를 수행하였다. 배기시료채취는 공기샘플러를 이용하여 closed loop개념으로 연속적으로 동일한 유량으로 흡입 및 배출되는 설비를 제작 설치하여 작업을 하였으며 본 작업전 장치의 운전 상태를 점검하는 예비시험을 수행하였고 이상이 없는 것을 확인 후 RI 성능시험에 임하였다. RI 성능시험 시료채취장소는 유리화설비의 고온필터 전,후단(#1 & #2), 고온 HEPA필터후단(#3), 탈질장치 후단(stack; #4)등 총 4군데를 선정하였고 이들 지점간 각 제염계수는 안전성분석보고서상에서와 같이 각 1,000, 100, 10으로 주어져서 이들값의 만족여부를 본 시험에서 확인토록 되었다. 3배치 운전중 각 지점에서 각각 시료를 측정하였으며 데이터의 신뢰도를 위하여 예상(24개)보다 2배이상 많은 시료의 샘플을 채취하였다. 유리화 설비의 세정기의 세정액도 각 배치마다 폐기물의 공급(Feed)이 끝난 후 1L씩 시료채취를 수행하였다. 유리용탕체의 경우 방사능 잔유물의 평가를 위해 전체 운전 종료후 1개의 시료를 측정하였다. 공기샘플러의 유량은 배기체의 방사능량을 결정하는데 중요한 결정요인이므로 #1의 경우 고온의 배기가스 운전을 고려한 2CFM으로 선정하였고 나머지는 4.5CFM으로 유량을 결정하여 시험하였다. RI 성능시험은 2009년 2월 27일 23:35에 작업이 시작되어 3월1일 04:53에 작업이 종료되었다. 작업 중간중간 각 시설의 점검에 따른 운전정지로 예상시간(24시간)보다는 시간이 많이 지체되었다.

그림 1 시료 샘플링장치 사진

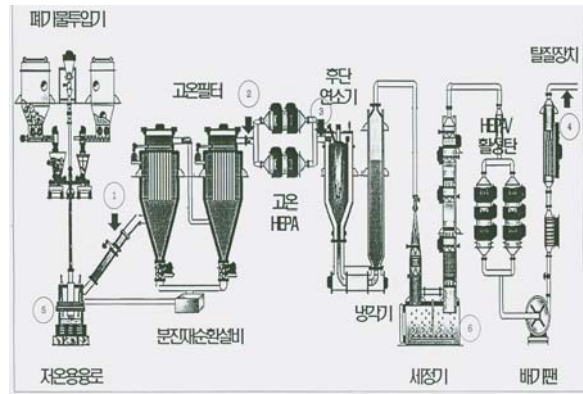
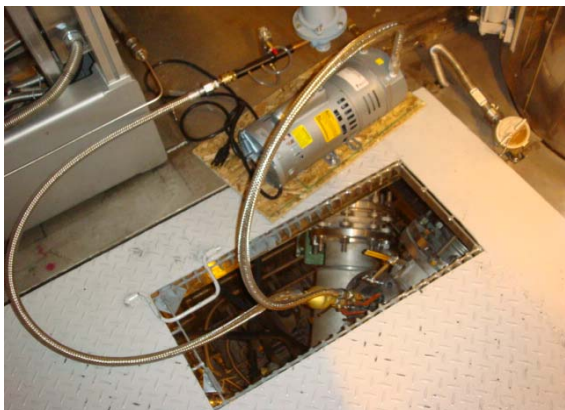


그림 2 유리화설비 주요 공정 배열

결과 및 고찰

2007년 11월부터 준비하여 착실하게 RI 성능시험을 준비하여 왔으나 유리화 설비에 대한 정부의 인허가 소요기간 및 및 울진 주민의 운전에 대한 확실한 안전조치 보장 등의 요구에 따라 실제 작업이 2009년 2월에 이루어졌고 총 69개의 샘플이 채취되었다. 시간적 여유에 따라 예비적 실험을 충분히 할 수 있는 여건으로, 분석 결과치에 대한 자료가 아직 발표가 되지 않은 관계로 제염계수의 만족 여부에 대한 시험의 결과를 알 수는 없으나, RI 성능시험의 결과가 좋을 것으로 예상된다. 또한, 예상된 시료수보다 데이터의 신뢰를 위한 많은 시료수의 확보도 좋은 결과에 기인할 것으로 본다. 시료측정의 경우 신뢰도를 위하여 KOLAS 인정기관인 한국원자력연구원에서 시료 분석을 수행하였다.

결론

유리화시설에 대한 RI 성능시험은 국내에서 최초이나 사전작업 준비철저, 최적의 모의 폐기물의 제조, 예비작업의 결과반영, 수지의 비방사능값의 분석등을 고려할 때 본 RI 성능시험이 충분히 유리화 시설의 설비에 대한 제염계수 평가에 대한 검증에 상당히 필요적이며 좋은 기술적 방법이라는 판단이 된다.