

증기발생기 2차폐수지 처리공정 개선 고찰

장대성, 박경호, 문철웅

선광원자력안전(주), 부산시 기장군 장안읍 고리 216번지

ids1965@dreamwiz.com

1. 서론

원자력 발전소 운영상 계통수의 미세한 불순물 제거를 목적으로 3차원 구조의 고분자모체에 이온교환기를 결합시킨 이온교환수지를 주로 사용한다. 폐수지 처리공정은 각 발전소 상황에 따라 조금씩 다르며, 고리 제1발전소는 현재 1차측 고선량 폐수지는 SRDS(Spent Resin Drying System)로 건조 운전하여 HIC(High Integrity Container)에 처리하고 있으며, 증기발생기 2차폐수지(Steam Generator Blowdown Resin)는 폐수지 전용건조함 주입구에 연속적으로 슬러리 상태로 인출하고 계통의 작업용 공기(Service Air)를 사용하여 약 2~3개월 탈수과정을 거쳐 건조가 완료되면 폐수지 전용건조함 추출구 하부에 포장 마대를 설치하여 30~50ℓ씩 단위별로 포장 후 핵종 분석 등의 결과에 따라 자체처분 기준을 만족하면 자체처분대상 폐기물 보관장으로 이동하여 처분절차에 따라 처리하고 불만족 시 드럼처리 한다.

2. 본론

기존의 2차계통 증기발생기(Steam Generator) 취출수 정화 후 발생하는 유기질 이온교환수지는 인출구에 예상되는 발생분의 포장 마대를 사전 준비하여 주기적으로 마대를 번갈아 교환하면서 슬러리 상태로 직접 주입되고 폐수지 인출 작업장 주변 지정장소에서 일정기간 보관 자연건조(약 3~4개월) 및 대표시료 채취, 핵종분석 등의 과정을 거쳐 핵종 불검출 또는 제한치 미만 시 다시 비닐로 밀봉 후 마대에 재포장 하여 처분제한치 미만 방사성 폐기물 보관장으로 이동한다. 그러나 이러한 수지 인출 작업 과정에서 일부 파쇄된 폐수지 입자(크기 : 0.4~1.0mm)가 포장지 외부로 누출될 가능성이 있으며 수지입자 내부의 수분이 건조되면 입자가 수축하여 이동 및 재포장 작업 시 폐수지가 포장 마대를 통과하여 외부로 흘러나오는 경우가 있고 새로운 마대에 포장전 1차로 비닐봉지로 밀봉한 뒤 다음 단계로 마대에 2중으로 포장하는 번거로움이 있다. 또한, 포장지의 재질이 가연성이라 보관 시 제한이 따름은 물론이고 2차폐수지 전용건조장의 부재로 인해 부주의한 취급 시 2차적 오염에 노출될 가능성이 있으며 자연건조 기간이 장시간 소요되어 건조작업장 확보가 어렵고 추출, 건조, 포장 시 작업인력 증원 및 폐수지 재포장 작업 등으로 인해 불필요한 방사성폐기물이 추가로 발생하는 등의 여러 가지 단점이 있다. 그래서 기존의 처리공정(그림1. 참조)보다 안정된 공간에 폐수지를 수용하여 건조 및 추출 등의 처리과정을 일관성 있게 관리할 수 있는 2차폐수지 전용 건조함이 요구 되었다. 이러한 증기발생기 2차폐수지 처리공정 절차를 더욱 개선하여 작업의 효율 제고는 물론 폐수지 인출 및 건조작업 시간 단축, 2차 오염확산 방지 등의 작업환경 개선으로 업무효율 향상 및 방사성폐기물 감용에 기여하고자 한다.



그림1. 폐수지 처리공정(개선 전)

고리1호기에서는 최근 3년간 2차측 증기발생기 취출수 탈염기에서 년 평균 폐수지 발생량은 5,100ℓ이며, 그중 약 65%는 핵종분석 결과 처분제한치 미만으로 자체처분 대상 폐기물로 분류 보관 중이며 나머지 35%는 규제해제 농도 기준 이상으로 드럼처리 되었고, 그 세부 현황은 아래 표1에 나타낸 바와 같다.

표1. 고리1호기 폐수지 발생 및 처리현황(단위 : ℓ)

년 도	발 생 원	발 생 량	비 고(자체처분 대기)
2005	증기발생기 취출계통 탈염기	5,100	4,800
2006	"	7,650	2,550
2007	"	2,550	2,550
계	-	15,300	9,900

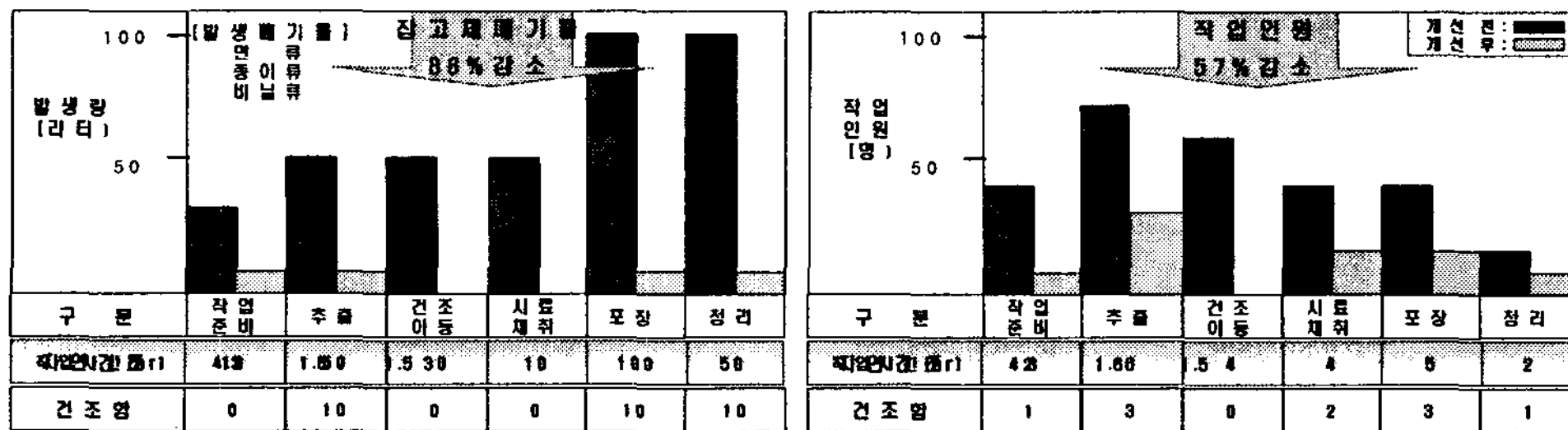
이러한 폐수지 작업공정을 보다 안전성 있게 처리하기 위한 방안으로 2차폐수지 전용건조함을 설치하여 운영 중에 있다. 건조함의 구성은 크게 네 부분으로 발생된 폐수지를 수용할 수 있는 3,000ℓ 용량의 건조함 본체와 건조함 내부로 폐수지 주입 및 건조 완료 시 외부로 추출할 수 있는 주입구와 추출구가 있으며 건조를 위한 공기 주입 노즐부가 있고 건조 및 탈수 과정에서 발생되는 비응축성 가스와 수분배출을 위한 배기부와 배수부 등으로 이루어져 있으며 2차폐수지 전용 건조함 운영 후의 처리공정은 아래 그림2와 같다.



그림2. 폐수지 처리공정(개선 후)

폐수지 처리공정 개선 효과를 살펴보면 처리공정 단순화로 작업시간 및 작업인원 감소, 2차적 오염원 사전차단, 건조시간 단축, 폐수지 건조작업장 부재 해소, 방사성폐기물 발생량 감소 등의 여러 가지 관리측면이 향상 되었으며 세부 내용은 표2에 나타내었다.

표2. 증기발생기 2차폐수지 처리공정 개선 전·후 비교(1 Batch 기준)



그리고 공정 개선 전·후의 폐수지 처리시간을 작업결과를 통해 단순 비교해 보면 표3에 보는바와 같이 작업환경 여건에 따라 다소 차이가 있으나 작업시간 대비 건조기간이 많이 단축되었다.

표3. 폐수지 건조시간(건조량 : 2,550ℓ 기준)

구 분	건조방식	건조기간(일)	비 고
기존	자연건조	약 100	1일 24시간 기준
현재	건조함내 건조(공기)	약 70	1일 8시간 기준

또한 차후 추가 개선 방안으로 폐수지 건조 시간 단축을 위해 건조함에 열풍건조기를 추가로 보강 검토 중이며 보관의 안전성을 고려하여 폐수지 포장전용 난연성 마대를 제작하여 포장지 정면에 시료번호 부여 시 편리토록 일정한 마킹구역(30×20cm)을 두어 정보를 기록 관리하고 밀봉은 지퍼 또는 윈터치 방식으로 변경하는 등의 작업환경 개선 노력을 지속적으로 추진하고 있다.

3. 결 론

본 개선은 기존의 증기발생기 2차폐수지(Steam Generator Blowdown Resin) 처리방법에 비해 인출·건조 작업시간 단축으로 보관의 안전성 확보와 함께 폐수지 처리작업의 신속성 및 처리공정 일원화, 저장관리 편리성, 방사성폐기물 발생량 저감화 등이 향상 되었으며 추가 개선 방안을 도출하여 보다 효과적인 폐수지 처리공정 개발을 위한 검토가 진행 중에 있다.