

규제해제를 위한 페드럼의 제염과 압축감용처리

장일식, 이범철, 손종식, 김태국, 홍대석, 광경길, 류우석

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045

niskang@kaeri.re.kr

1. 서론

환경정비공사과정에서 발생된 방사능으로 미미하게 오염된 토양과 콘크리트폐기물은 주요핵종이 Co-60과 Cs-137이었다. 이 중에서 방사능농도가 0.08 Bq/g 이하인 폐기물은 자체처분이 수행되었으며 이들 폐기물을 포장한 공드럼을 재활용하거나 금속물의 자체처분을 위하여 고압수분사연마기에서 고압의 물을 분사하여 제염을 수행하였다. 제염 실시 전과 후에 드럼 내외부의 오염도를 측정하여 자체처분 여부를 판정하였으며, 드럼의 상태가 양호한 재활용 가능드럼은 외부로 도색하여 방사성폐기물을 수집하는 드럼으로 재사용하였으며 자체처분이 가능한 페드럼은 압축감용하였다.

2. 본론

2.1 제염

방사성폐기물처리시설의 제염장에 설치되어 있는 고압수분사연마기의 제염액 순환배관을 일부 수정하여 제염을 수행하였다. 이때 발생하는 저준위 액체폐기물의 양을 줄이기 위하여 공드럼의 제염과정에서 발생된 제염액은 직접 배수탱크에 보내지 않고 드럼내부에서 탈착된 고체성분인 토사, 녹, 찌꺼기들을 액체필터에 의해서 여과하여 순환하면서 제염을 수행하였다. Ø 50mm, 길이 300mm인 화이버 그래스 재질의 여과필터는 메쉬번호가 100μ로서 Ø 230mm, 길이 350mm의 케이싱에 3개를 설치하였다.

2.1.1 제염설비

공드럼의 제염에는 제염액이 액체필터를 통과함으로써 제염액의 원활한 순환을 위하여 별도의 제염제는 사용하지 않았다. 제염액으로 탈염수를 순환펌프에 의해 순환시키면서 분사노즐에서 4.5bar의 압축공기를 페달에 의해 필요시 공급하여 드럼의 내부에 제염액을 가압 분사시킨다. 제염액은 일정시간 사용한 후 오염도를 측정하여 오염도가 높으면 배수밸브를 열어 배수탱크로 보

낸다. 제염시간은 드럼 1개당 5분 정도가 소요되었다.

2.1.2 운영

베기팬을 가동하여 작업장 주변으로 먼지의 확산을 방지한다. 제어반의 작동스위치는 수동위치에 놓고 분사연마기 내부의 형광등을 켜다. 처리실의 호퍼에 제염액인 탈염수를 공급한다. 1차세척실에 회전테이블을 위치하고 그 위에 제염대상 공드럼을 세로로 눕혀 놓는다. 회전테이블을 처리실로 이송한다. 분사연마기의 모든 문을 닫아 외부 공기와 호퍼의 흐름을 차단하며 1차세척실과 가압세척실 사이의 문을 닫는다. 순환 밸브를 열고 순환 펌프를 가동한다. 처리실의 Air Gun 페달을 밟아 1차세척실에 위치한 노즐을 통해 드럼 내부에 가압 분사하며 제염을 수행한다. 내부의 안개현상을 방지하기 위하여 건조기를 가동하며 처리실의 창문을 씻어낸다. 운전 보조자는 드럼을 상하 좌우로 돌려주어 드럼 내부 전체가 제염이 되도록 한다. 제염 후 회전테이블을 1차세척실까지 이송한다. 1차세척실의 문을 열고 드럼을 밖으로 꺼낸다. 제염이 완료되면 호퍼에 있는 제염액의 혼탁여부를 확인하여 별도 용기에 배수하고 샘플링하여 오염도를 측정한다. 펌프와 순환배관의 내부를 씻어낸 후 순환 펌프를 중지한다. 제염된 드럼 내외부의 물기를 제거한다. 제염과정에서 발생된 액체폐기물은 드럼당 약 2.5ℓ 정도이었으며 분석결과 오염이 되지 않았다. 제염액을 막분리하여 상등액은 자연증발처리시설로 이송하였으며 찌꺼기는 건조한 후 비가연성 고체폐기물로 수집 포장하였다.

2.1.3 제염 결과

드럼에 수집한 폐기물은 환경정비공사 과정에서 발생된 토양 및 콘크리트이다. 이들 폐기물은 방사성 핵종과 농도를 분석하여 규제해제를 통해 자체처분한 것이다. 따라서 드럼에 담았던 폐기물이 오염이 되지 않은 상태에서 폐기물을 비닐로 포장하여 드럼과 직접 접촉하지 않은 상태로 보

판되었기 때문에 공드럼의 내외부 역시 오염이 되지 않았다. 제염전, 후 드럼의 내부와 외부 표면오염도는 Smear Test로 α , β 를 측정하였다. 측정결과 오염이 되지 않은 것으로 확인되고 드럼 내외부의 상태가 양호한 공드럼은 재도색하여 방사성폐기물 수집용기로서 재활용 하였으며 페드럼은 압축감용처리하여 규제기관에 금속폐기물의 자체처분을 신고하여 별도 처리한다.

2.2 압축감용처리

토양과 콘크리트폐기물을 자체처분한 후 남은 공드럼은 상기의 제염방법에 따라 제염하여 오염도를 확인하고 자체처분 대상 페드럼은 부피를 감용하여 보관과 운반이 용이하도록 압축처리하였다.

2.2.1 압축설비

압축기는 방사성폐기물처리시설에 설치되어 있는 60톤 용량의 유압식이며, 10bar에서 200bar까지 최대 압축력을 임의로 조절 가능하게 되어있다. 드럼을 압축할 때 옆으로 튀어나오는 등의 불규칙하게 압축되어 재포장용 드럼에 포장할 수 없게 되는 사항을 방지하기 위해 압축시 일정한 형상을 유지하도록 슬리브를 추가하여 드럼이 슬리브 내에서 압축이 되도록 하였다. 드럼 압축기는 크게 본체, 도어부, 구동부 및 압축부로 구성된다. 본체는 격벽에 의해 밀폐되어 있으며, 내부에 드럼을 수용하는 공간을 가진다. 그리고 본체의 상부에는 외부와 연통되는 환기부가 설치되어, 드럼의 압축 과정에서 발생하는 가스가 필터를 통해 여과된 후 외측으로 빠져나가도록 한다. 도어부는 드럼을 유출입하기 위해 개폐 가능하다. 구동부는 본체의 상단에서 상하 방향으로의 구동력을 제공하며 피스톤부를 구성된다. 이러한 피스톤부는 본체 외부에 설치된 유압부를 구동원으로 하여 유압을 공급받음으로써 상하 방향으로 이동하게 된다. 압축 대상 드럼을 올려 놓고 압축부까지 이동할 수 있는 드럼카트와 압축기 전면과 내부의 바닥에는 드럼카트의 이동을 유도하는 레일이 설치되어 있다. 압축에 사용된 드럼은 높이 884mm, 직경 597mm 및 두께 1.2mm인 200ℓ 용량이며 재질은 탄소강으로 이루어져 있다. 윤대는 3줄로 형성되어 있으며 볼트체결식 밴드로 뚜껑을 덮는 개방형용기이다. 국내 원자력발전소에서는 기존의 30톤 압축기로 1차 압축하여 생성된 폐기물드럼을 2,000톤 용량의 초고압압축기로 재압축하여 잡고

체폐기물의 최종 발생량을 감소시키고 있다.

2.2.2 운영

배기팬을 가동하여 작업장 주변으로 기체폐기물의 확산을 방지한다. 리미트스위치 및 비상정지버튼의 작동을 확인한다. 전원스위치, 슬리브 상부 위치등, 해머상부 위치등, 도어닫힘 위치등을 ON 하여 원위치 상태를 유지한다. 압축기가 원위치 상태에 있는 것이 확인이 되면 압축할 드럼을 넣고 자동운전 버튼을 누른다. 이때 먼저 드럼 보호용 슬리브가 하강하고 해머가 하강하면서 드럼을 압축한다. 미리 조절된 압축력까지 도달하면 압축이 완료된 것으로 인식하여 해머가 드럼을 누른 상태에서 슬리브가 상승하고 이어서 해머가 상승한다. 이와 같이 압축기가 순차적으로 1싸이클을 종료하면 압축실 도어를 열고 압축드럼을 꺼내고, 다시 압축할 드럼을 넣고 압축실 문을 닫는다. 압축감용 결과로서 높이 884mm의 200ℓ 공드럼을 압축하여 약 100mm로 축소되었다. 따라서 감용비는 약 1/9 정도이었다.

3. 결론

방사능으로 미미하게 오염된 공드럼을 방폐처리시설에 설치되어 있는 고압수분사기를 통하여 제염을 실시하고 오염도를 확인한 결과 측정기기의 배경값 이하이었으며 이들 공드럼을 보관과 운반이 용이하도록 압축감용처리하여 저장고의 적재공간을 확보하고 처분비를 절감 할 수 있었다. 이렇게 처리된 페드럼은 자체처분을 위한 시나리오 수립 및 이에 따른 선량평가를 수행하였다. RESRAD-RECYCLE 3.10 코드에 의한 선량평가 결과 재활용 때의 개인 및 집단 선량이 각각 1.13E00 μ Sv/yr, 1.85E-04 man·Sv/yr로 평가되었으며 이러한 수치는 개인에 대한 연간 피폭방사선량 10 μ Sv, 집단에 대한 연간 총 피폭방사선량 1 man·Sv로 제시된 자체처분 기준을 만족하고 있는 것으로 평가되었다.

4. 참고문헌

- [1] 김태국 등, 방사성폐기물처리시설 운영, 한국원자력연구원, KAERI/MR-506/2010, 2010.
- [2] 홍대석 등, “페드럼의 자체처분을 위한 시나리오 설정 및 선량평가”, 대한방사선방어학회, 2010년 추계학술발표회 논문집, 2010.