

방사능오염 공조필터 프레임의 처리기술

강일석, 홍대석, 이범철, 장원혁, 손중식, 김태국,곽경길

한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

niskang@kaeri.re.kr

1. 서론

연구원 방사선관리구역의 공기를 정화하기 위하여 사용되고 폐기된 방사능 오염필터는 유리섬유의 여재와 알루미늄의 분리재는 프레임으로부터 분리하여 철제드럼에 수집하고 있다. 그리고 이들 폐기필터를 분리해체와 압축에 의한 부피감용을 통해 최종적으로 철제용기에 포장하는 것은 저장용량의 포화에 따른 저장시설의 용량확보와 폐기물의 효율적인 관리 측면에서 바람직한 방법이다.

폐기필터는 연구원의 하나로, RI생산시설 및 핵연료주기시설의 운영과정에서 발생된 HEPA 필터, 전치필터와 활성탄필터 등으로 주로 구성되며, HEPA 필터가 전체의 88%를 차지하고 있다. 이들 폐필터들의 처리에 앞서, 발생이력을 조사하여 발생시설, 발생일 및 선량률과 주요 오염원에 따라 분류하였다. 이들 필터들의 처리와 더불어 방사성폐기물 인도규정에서 요구하는 수준의 방사능과 주요핵종을 분석하였다.

2. 본론

2.1 폐필터 해체 및 재포장

2.1.1 부대장치 개발

방사선관리구역 내에서 발생하는 많은 양의 공기정화용 폐필터는 필터 프레임에 부착되어 사용된다. 폐필터 처리시, 필터를 프레임으로부터 분리하고 필터내지는 바로 드럼에 재포장하여 흡입에 의한 피폭 가능성을 미연에 방지하고 필터 프레임은 재활용을 유도하여 폐기물 저감화, 작업환경 개선 및 경제적인 이익을 창출할 수 있다. 종래에는 공기정화필터를 프레임으로부터 분리하기 위해서, 별도의 장치 없이 수작업으로 모든 공정을 수행하였으며, 이로 인해 많은 작업시간과 노동력이 소모된다는 문제점이 있었다. 공기정화용 필터는 고체 폐기물 드럼의 단면적보다 넓어 별도로 필터를 압축하거나 분해 작업 없이는 폐기물로 직접 처리가 곤란하다. 따라서 필터여재 접

착물 제거장치의 개발에 의해서 수작업에 의한 내부피폭의 방지와 폐기물 저감화 및 노동력의 감소를 기대할 수 있으며 분리된 프레임의 자체 처분을 유도하고 폐기물의 저감화와 작업환경의 개선을 기할 수 있었다.

폐필터의 분리 해체작업은 방사성폐기물처리시설의 절단실에서 수행되며, 절단실에는 흡기 및 배기덕트가 구비되어 있는 작업대가 있다. 폐필터의 분리 해체과정에서 오염 분진이 비산될 수 있으므로 작업대에 트레이와 작업 booth를 제작하여 설치하였다. 트레이는 제염이 용이한 스테인리스 스틸 재질로서 제작되어 있으며 작업 booth는 상부에 오염공기가 주름관을 통하여 배출될 수 있도록 배기덕트와 연결되어 있다.

2.1.2 처리절차

필터를 해체하기 전에 필터의 종류별, 발생시설별, 선량률별 및 연도별 발생현황을 파악하여 각각 분리한 후 절차에 따라 작업을 수행한다. 표면오염도, 선량률 및 발생이력을 조사하여 중준위 선량 및 유해물질 함유 필터들은 폐필터 원형성형압축기로 1차 성형압축한다. 그리고 200ℓ 드럼에 넣어 압축기로 2차 압축 감용하여, 방사성폐기물로 관리한다. 또한 저선량 폐필터는 종류별로 구분하여 폐필터 분해 작업대에서 분해한다. 프레임은 sealant와 gasket을 제거한 후 재질별로 구분하여 제염을 실시하고 오염 여부에 따라 재분류한다. 오염된 프레임은 재질별로 200ℓ 드럼에 구분 수용한 후 방사성폐기물로 관리한다. 오염되지 않은 프레임은 별도 포장하여 규제해제 대상 폐기물로 관리한다. 필터 여재는 재질에 따라 각각 구분하여 200ℓ 드럼에 포장한다. 이때 표면오염도 및 선량률을 측정하여 그 값이 가장 높은 곳을 선택하여 시료를 채취한다. 단, 압축성 재질은 압축기를 이용하여 감용하여 포장한다. 공기정화용 폐필터 처리작업과 관련하여 발생된 포장물 중 비오염폐기물은 규제해제 대상 폐기물로 관리하고, 오염폐기물과 2차 폐기물은 방사성폐기물드럼에 수집 포장한다. 방사성유소가스를 포집하기

위한 활성탄 필터는 케이스에 활성탄을 집어넣은 것으로 고정판을 케이스로부터 분리하고 200 ℓ 드럼 내에 활성탄을 수집하였으며 케이스는 압축감용 처리하였다. 한편 여재접착물 제거장치에 의해 완벽하게 제거되지 않은 프레임은 건조로에 넣어 80℃로 가열 상태에서 1시간 후 꺼내어 벗겨 내면 매우 원활하게 제거될 수 있었다.

2.2 필터 프레임 제염

연구원의 방사선관리구역에서 발생된 공기정화용 HEPA필터와 활성탄필터의 분류 해체와 재포장 과정에서 발생된 프레임은 제염과 오염도 측정 및 방사능 분석을 통해 자체처분을 유도하는데 목적이 있다. 폐필터의 압축감용 및 분해작업은 지정된 장소에서 수행하고, 작업장의 공기정화설비가 운전중 이어야하며 작업 전반에 필요한 공기가 준비되어야 한다. 폐필터 취급에 따른 오염 확산 방지 및 방사선 방호 조치를 강구한다. 폐필터의 외피 및 내피 분리 작업을 실시하여 분리된 폐필터 프레임은 표면오염도 측정기로 측정하여 100cpm 미만일 경우 자체처분대상물로 분류하고 그 이상의 경우 방사성폐기물로 처리한다.

2.2.1 제염

자체처분대상으로 분류된 폐필터 프레임의 표면에 부착된 스티커류 및 고무류는 적합한 도구를 사용하여 모두 제거한다. 스티커 제거액을 담은 용액 수조에 폐필터 프레임을 약 24시간 가량 담금 작업을 실시하여 폐필터 프레임의 표면에 남아있는 네오프렌 가스켓과 접착본드 등을 모두 제거하도록 한다. 이물질 제거작업이 완료된 프레임은 간접법으로 표면 오염도 검사를 실시한다. 측정값이 MDA값 이하일 경우 최종 자체처분 대상으로 분류한다. 최종 자체처분대상 프레임은 재질별로 분류하는 작업을 실시한다. 각각의 프레임들은 포장 단위별로 방사선선량을 측정한 후 시료번호를 부여한다.

2.2.2 시료 채취

시료채취는 동일한 발생시설 및 년도의 폐필터들에 대하여 실시한다. 각각의 폐필터들에 대하여 일련번호를 부여하여 표기작업을 실시한 후 선정된 프레임의 일정부위를 직경 2 인치의 원형으로 천공하여 시료채취 작업을 실시한다. 폐필터의 시료채취의 양은 동일한 발생시설 및

년도의 폐필터 3개당 발생된 프레임 12개에서 각각의 오염도를 측정하여 오염도가 가장 높은 프레임의 부위를 중심으로 표면을 절취하여 시료를 채취한다. 각각의 폐필터별로 채취된 시료는 시료용기 부착용 표지를 부착한 후 감마핵종 분석을 실시한다. 시료분석이 완료된 시료용기는 오염되지 않도록 격리 보관 한다. 최종 자체처분대상물로 분류된 각각의 폐필터 프레임은 12개 단위로 묶어 포장 작업을 실시한 후 부착용 표지를 부착한다. 분석이 완료된 폐필터 프레임 포장물은 최종 자체처분이 이루어질 때 까지 오염되지 않도록 격리 보관한다.

3. 결론

연구원에 임시 저장중인 폐필터의 처리방법으로서 여재 접착물 제거장치의 개발과 활용으로 여재 접착물을 프레임으로부터 용이하고 신속하게 분리할 수 있었으며, 방사능 오염 분진에 의한 작업자의 체내피폭 가능성을 방지할 수 있었다. 여재와 분리된 프레임은 제염과정을 거쳐 오염도를 측정하여 재활용함으로써 폐기물의 발생을 줄일 수 있었으며, 분리된 여재는 철제용기에 수집하고 압축하여 부피를 감용하였다. 기존의 필터포장에 의하면 200 ℓ 철제용기에 2 개의 필터를 수집할 수 있고, 연구원에서 개발한 원형성형장치를 이용한 처리방법에 의하면 필터 4 개를 포장할 수 있었다. 그러나 금번의 분리해체에 의한 압축감용 처리방법에 의하면 대략 10 개 내지 12 개의 필터를 하나의 200 ℓ 드럼에 포장할 수 있으므로 감용비가 기존 처리방법에 비하여 탁월하게 우수함을 알 수 있었다. 본 처리를 통하여 저장고의 저장공간을 확보하였으며 폐기물의 오염 확산 및 화재를 예방할 수 있음에 따라 저장 건전성을 유지 하였고 향후 폐기물의 처분비용을 절감할 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] 지영용, 홍대석, 강일식, 손종식, "KAERI 저장 폐필터의 현황과 처리방법에 관한 고찰", 방사성폐기물학회지 5(3), P.257-266, 2007.
- [2] 강일식, 김태국, 이형권, 류우석 한국원자력연구원, 한국등록특허-10-1007466, "필터 여재 접착물 제거장치", 2011.