

고성능 미립자 공기 여과기 필터 프레임 폴리우레탄 제거 전처리 장비 개발

김건태, 윤덕호, 김민수

주식회사 액트알엠티, 대전시 유성구 테크노1로 11-3

keontae@daum.net

1. 서론

방사선관리구역에서 방사성부유입자는 고성능 미립자 공기 여과기 필터(이하 필터)를 사용하여 제거한다. 필터는 3 μm 이상의 입자에 대하여 99.97%의 제거 효율을 가지며, 차압 설정치에 도달하면 필터를 교체해야 한다.

방사선관리구역에서 발생·폐기되는 필터는 년 평균 발전소별로 대략 100~400 EA정도 발생되어지며, 이것을 모두 폐기(드럼처리)할 경우 드럼 발생량이 많아지므로 필터의 처리는 프레임과 여재를 분리한 후 프레임은 자체처분하고 여재는 알루미늄과 유리 섬유를 분리하여 처리 한다.

프레임을 자체처분하기 위해서는 프레임과 여재를 고정하는 접착제(폴리우레탄)의 제거가 선행되어야 하는데, 이때 단단하게 고정된 접착제 제거 시 수작업으로 인해 많은 시간과 인원이 소요되고 분리하기 위해 쓰이는 장비(망치, 정, 임팩트, 스크레퍼등)에 의한 안전사고의 발생 가능성을 내포하고 있다. 또한, 수작업으로 인한 제거작업시 비산으로 인한 주변지역 오염과 작업자의 체내피폭의 우려가 발생할 수 있으며, 폴리우레탄 제거가 완전히 이루어지지 않아 자체처분 기준 불만족으로 방사성폐기물량 감소에 대한 기대치가 미약하였다. 이에 따라 프레임과 여재를 분리하는 실험과정에서 여러가지 시행착오를 거듭으로써 폴리우레탄이 열에 약하다는 것을 확인하였으며, 프레임에 열을 가함으로써 프레임과 여재를 고정하는 접착제(폴리우레탄)를 쉽게 분리하는 방법을 알아냈고, 그에 대한 설비를 고안하였다.

2. 본론

2.1 필터 교체조건

각 계통의 공기 정화 설비 필터 전후 압력차로 인한 알람 발생 시 교체

2.2 필터의 제질 및 사양

코리아 에어텍에서 제조 했으며, 여재는 유리섬

유 및 알루미늄, 프레임은 스테인레스, 접착제는 폴리우레탄을 사용하였다. 또한 0.3 μm 기준 99.97% 이상 포집 효율과 처리 풍량에 따라 표준 및 다풍량 필터를 선택할 수 있도록 제조 되었다.

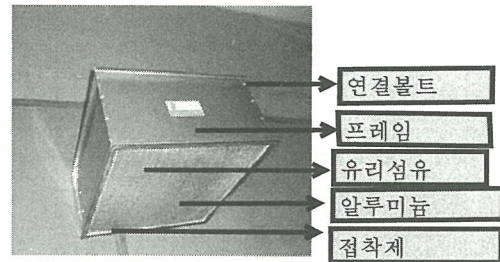


Fig. 1. HEPA filter detailed account.

2.3 발전소별 필터 발생량 및 처리 현황

발전소별 약간의 차이는 있지만 대략 100~400 EA 정도가 년간 발생 되고 있으며, 이 모든 필터는 수작업에 의해 분해된다. 필터 여재 중 유리 섬유는 드럼 처리를 하고, 알루미늄은 차후 자체처분을 위해 따로 보관을 하고 있다. 프레임 역시 자체처분을 하고 있다. 단, 자체처분 대상물 중 시료 채취 후 오염된 것은 드럼 처리 한다.

2.4 현행 필터의 분해 방법 및 문제점


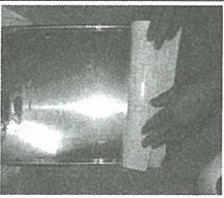
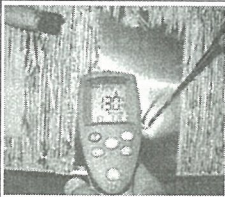
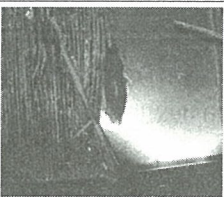
필터의 결합용 볼트와 리벳을 제거 하고 재질별 분류 후 프레임으로부터 여재를 제거 한다. 제거된 프레임과 여재 중 알루미늄은 교육과학기술부의 자체처분 신청 후 승인되면 처분을 한다

문제점은 첫째, 프레임을 처리 하는데 많은 인력과 시간이 소요 되고 둘째, 폴리우레탄을 제거 하는 현행 방법(수작업)은 안전사고의 가능성이 높고 작업의 효율이 떨어진다. 셋째, 접착된 폴리우레탄 제거 시 유리섬유 비산에 의한 오염확산 및 작업자의 체내피폭 및 보건위생상에 문제점과 접착제(폴리우레탄)의 분리가 용이하지 않아 자체처분하기가 쉽지 않았다.

2.5 필터 프레임 폴리우레탄 제거 장비 개발(안)

프레임과 여재를 분리하는 실험 과정에서 여러

가지 시행착오를 거쳐 폴리우레탄이 열에 약하다는 것을 확인 하였다. 고열 처리한 부분은 폴리우레탄이 녹아 매끄러운 면(面)을 얻기 어려운 반면 적당한 온도로 가열된 부분에서는 매끄러운 면(面)을 얻을 수 있었다. 그래서 폴리우레탄의 용융점과 작업의 편리성을 기준으로 실험을 진행하였고, 아래 그림과 같은 결과를 도출하였다.

	온도	상태
70 ~ 80 (°C)		
	Fig. 2. Ideal temperature	Fig. 3. Heating surface
100 ~ 130 (°C)		
	Fig. 4. High temperature	Fig. 5. Heating surface

실험 결과를 바탕으로 제거 장비는 다수의 프레임 처리 가능 하도록 선반식으로 제작 하고, 화재 예방을 위해 열선을 이용한 전열기식으로 제작 하였다. 또한 온도 조절이 가능한 온도 조절식으로 제작 하였다.

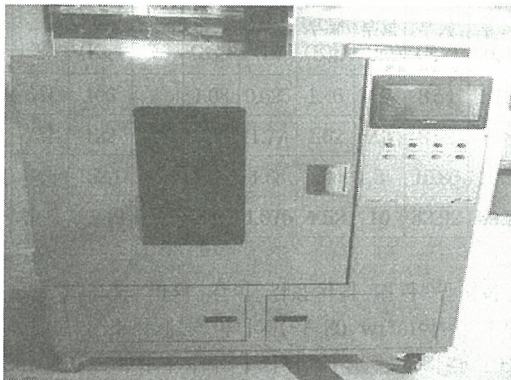


Fig. 6. Polyurethan removal preprocessing equipment.

2.6 기대효과

첫째, 필터 1개당 작업시간이 3~4시간에서 5분으로 단축 되어 처리 물량이 연 250EA에서 500

EA로 향상 되어 발생량(400EA) 모두를 처리 할 수 있다. 둘째, 작업시간의 단축으로 작업인원 감소 및 작업 효율 향상이 기대 된다. 셋째, 발생되는 필터 전량을 처리 하므로써 방사선관리구역의 청결상태 유지와 오염확산을 방지 할 수 있고, 저장 공간도 최소화 할 수 있다. 넷째, 망치, 정, 스크래퍼를 사용 하므로써 발생 할 수 있었던 안전사고도 예방 하는 효과를 얻을 수 있다. 다섯째, 폴리우레탄 제거 작업 시 유리섬유 등의 비산이 없으므로 작업자의 체내피폭 방지와 완전한 제거로 인한 자체처분을 극대화 함으로써 자원재활용 및 방사성폐기물 저감화에도 기여할 수 있다.

3. 결론

필터는 차압 설정치에 도달하면 필터를 교체하게 되며, 년 평균 400EA 정도가(영광제2발전소 기준) 발생하고 있다. 필터에서 발생하는 프레임은 자체처분을 하고 있는데, 최근에 발생한 필터는 기존의 필터에 비해 프레임(Stainless Steel)과 여재를 고정하는 접착제가 더욱 견고하게 되어 있어 프레임과 여재를 분리하는데 많은 시간과 인원이 소비될 뿐만 아니라 접착부를 분리하는데 사용하는 장비로 인한 안전사고의 위험성이 존재한다.

그래서 본 연구개발에 착수 하였고 폴리우레탄이 열에 약하다는데 착안하여 필터 프레임의 폴리우레탄 제거 전처리 장비를 기획하였다. 실험 결과 너무 높은 열(100 ~ 130°C)에서는 폴리우레탄이 녹아 내려 자체처분에 적합하지 않은 상태가 되었다. 최적의 결과물과 작업의 편리성을 고려하여 재 실험한 결과 70 ~ 80°C 정도의 온도가 자체처분에 적합한 상태를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] 교과부 고시 제 2008-64호 (방사성폐기물 자체처분에 관한 규정)