

저장중인 HEPA 필터 폐기물의 처리절차

지영용, 홍대석, 강일식, 손종식

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)

vyji@kaeri.re.kr

한국원자력연구원의 방사성폐기물 저장시설에는 200 리터 환산 기준으로 약 1,000 여개의 폐 필터가 저장중이며, 거의 대부분을 HEPA 필터(95%)가 차지하고 있다. 이들의 주 발생시설은 하나로 RI 생산시설 그리고 핵연료주기시설로서 대부분 이들 시설의 운영과정에서 발생한 HEPA 필터들로 구성된다. 저장시설의 운영을 시작한 이래로 각 시설의 방사선관리구역 내에서 발생하는 폐 HEPA 필터들을 압축처리 등의 과정 없이 원형 그대로 비닐 백에 넣어 저장하고 있으며 따라서 저장용량의 포화에 임박한 저장시설의 용량확보를 위하여서 뿐만 아니라 폐기물의 효율적인 관리 측면에서 폐 필터들을 부피감용 등의 적절한 처리 과정을 거쳐 최종적으로 규격화된 드럼에 포장하는 것이 바람직하다.

폐 HEPA 필터들을 압축처리 등의 부피감용 과정을 거쳐 최종적으로 드럼 포장을 하기 위하여, 본 연구에서는 먼저 저장중인 폐 HEPA 필터들의 발생이력을 조사하여 발생시설 및 발생일에 따라 분류하였다. 그리고 모든 HEPA 필터들에 대한 핵종분석을 수행하여 그 결과를 바탕으로, 같은 발생시설, 같은 발생일 그리고 같은 핵종 농도 분포를 가지는 폐 HEPA 필터들로 압축 후 드럼 포장을 할 것이다.

- HEPA 필터에 대한 대표시료 채취 및 핵종분석

HEPA 필터의 경우에는 핵종분석을 위한 대표시료를 채취함에 있어서 철재 프레임을 제외한 여과재에서 그 일부분을 채취하는데, 오염 및 피폭 가능성 그리고 과도한 작업시간 등을 고려하여 필터의 분해 없이 대표시료를 채취하는 것이 바람직하다. 필터의 분해 없이 여과재에서 대표시료를 채취하기 위해서는 필터에 포집된 핵종들의 경향을 파악하는 것이 필요하며, 사전 연구에 의해서 HEPA 필터의 경우 공기 흡입구 또는 배출구에서 농도가 높게 나타났다.

따라서 HEPA 필터의 분해 없이 시료를 채취할 수 있는 장비를 개발하였으며, 이를 이용하여 공기 흡입구와 배출구에서 각각 대표시료를 채취하였다. 이때, 표면선량률을 측정하여 hot spot이 존재하는 부분에서 집중적으로 채취하였으며, hot spot이 존재하지 않는 경우에는 그림 1의 (b)에서와 같이 9개의 구획에서 각각 채취하였다.

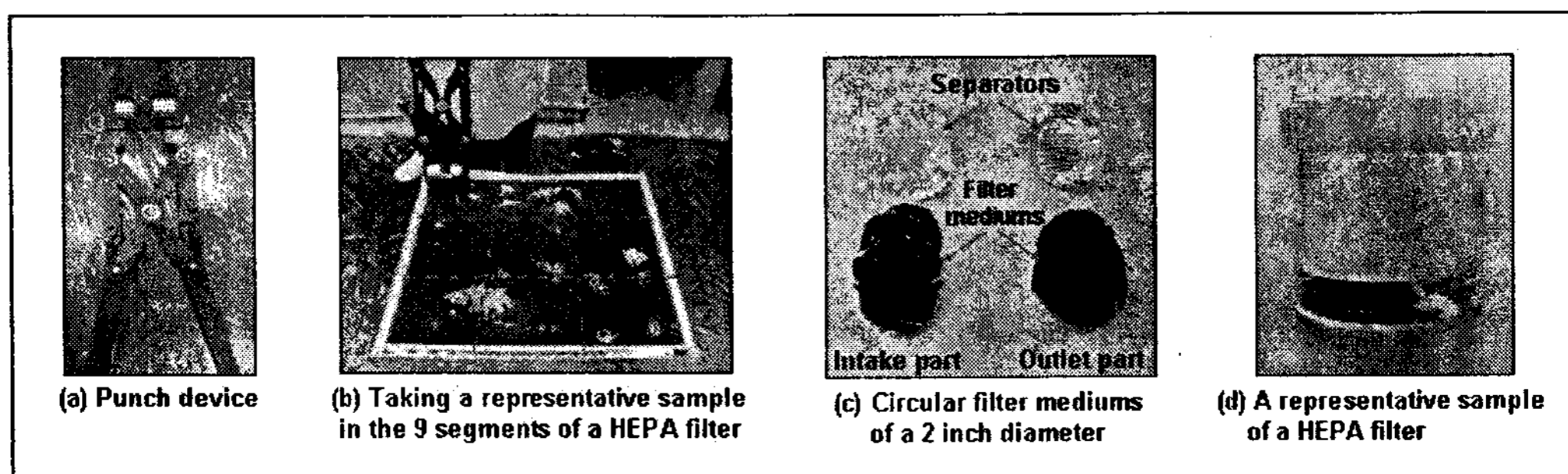


Fig. 1. The method for taking a representative sample using a punch device without a dismantlement of a HEPA filter

- HEPA 필터 압축처리 및 재포장

저장중인 폐 HEPA 필터를 발생시설별, 발생일별, 그리고 표면선량별로 가능한 균일하게 분류하여 그에 대한 핵종평가를 수행한 후, 가능한 같은 조건을 가지는 폐 HEPA 필터들로 규격드럼에 포장하는 것이 향후 이력관리 측면에서 바람직한 방법이다. 그러나 직육면체 형상의 폐필터 크기가 방사성폐기물 포장용 규격용기인 원주형 드럼(DOT-17H)의 직경 약 600 mm보다 크기 때문에 직접 넣어 포장할 수가 없고 적절한 방법으로 성형을 한 후, 드럼에 넣어 최종적으로 압축 처리를 해야 한다. 이를 위해 방사성폐기물 처리시설에서는 폐 HEPA 필터의 적절한 성형과 드럼 내에서의 압축 처리를 위한 장치를 개발하였으며, 그림 2에 장치의 개략도를 나타내었다. 이 장치는 HEPA 필터 폐기물을 적절한 크기 및 모양을 갖도록 유압식 성형실린더(3)에 의해 원주형상으로 변형시킴으로써, 포장용기 드럼 안에 HEPA 필터를 직접 넣을 수 있으며, 최종적으로 압축 실린더(4)를 이용하여 부피감용을 위한 압축 처리까지 마무리 할 수 있는 장치이다.

원주형으로 성형되기 전과 후의 HEPA 필터 모습을 그림 3에 나타냈으며, 이런 방법으로 성형된 HEPA 필터들은 직경이 약 500 mm 정도이므로 포장용기 드럼 안으로 자동적으로 투입된다. 포장용기 안으로 자동 투입된 HEPA 필터는 연이어 압축 실린더(4)에 의한 수직방향(z 축)의 압축을 받게 된다. 이렇게 HEPA 필터가 압축되어 부피가 최대한도까지 축소되면 압축 실린더는 복귀되고, 다시 같은 과정을 반복하면서 포장용기 드럼을 가득히 채우게 된다. 이 압축 실린더의 용량은 약 60 톤 정도로서 압축 처리를 통해 1/4 정도로 축소되는 부피 감용률을 예상하고 있다.

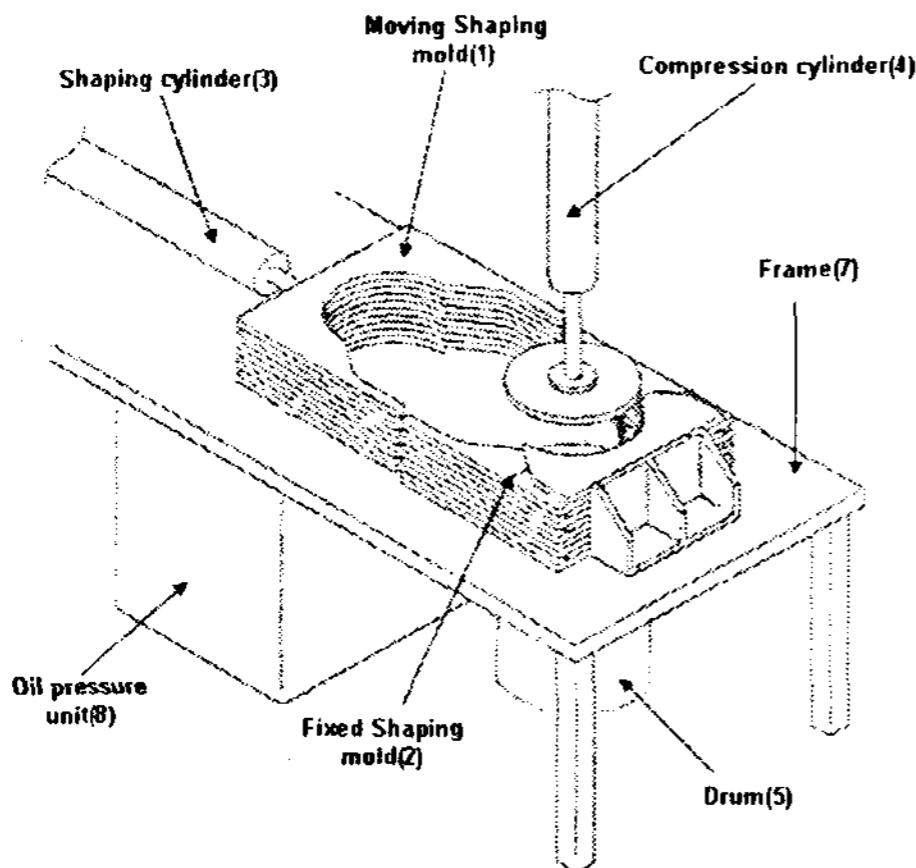


Fig. 1. The schematic diagram of the shaping and compacting equipment.

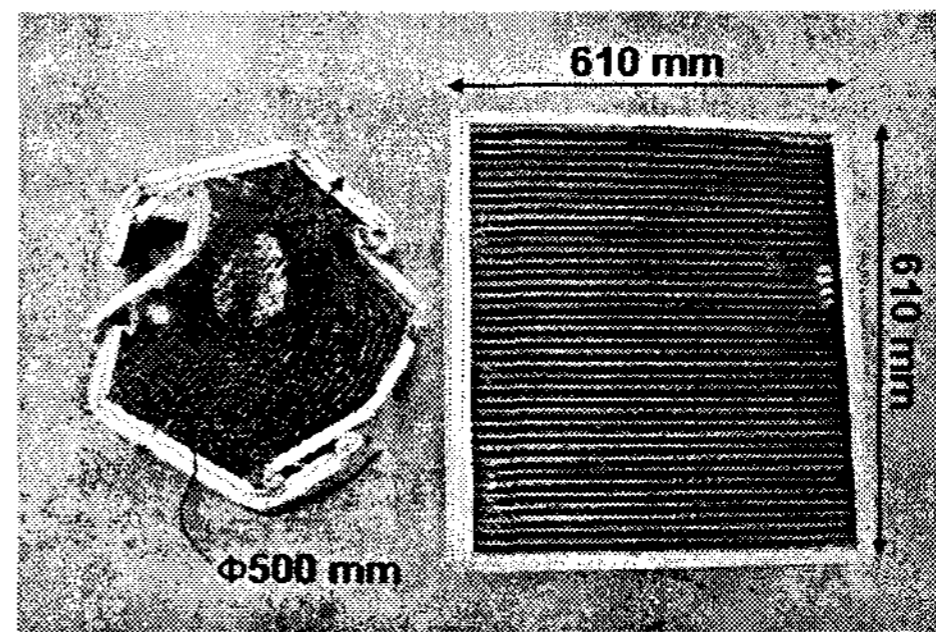


Fig. 2. A HEPA filter waste after and before a columnar shaping.

- 결론 및 향후 계획

방사성폐기물 저장시설의 운영을 시작한 이래로 장기 보관되어 오던 폐 HEPA 필터들의 발생 이력을 조사하여 발생시설별 및 발생일별로 그룹화를 하였다. 그리고 폐 HEPA 필터들을 압축 처리하여 드럼 포장을 하기 위해서는 핵종분석이 필요하며, 이를 위해 핵종분석용 대표시료를 채취할 수 있는 장비를 개발하였다. 이렇게 대표시료 채취 절차에 따라 얻어진 시료에 대하여 핵종분석을 수행할 것이며, 그 결과를 토대로 같은 발생시설, 같은 발생일 그리고 같은 핵종 농도 분포를 가지는 폐 HEPA 필터들로 압축 처리하여 규격드럼에 채울 것이다.