

## 동위원소생산시설 활성탄필터 하우스정 교체 작업 관리와 방사성폐기물 처리

김민진, 윤동원, 유권모, 장경덕, 김창경, 임인철  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)  
[kimminjin@kaeri.re.kr](mailto:kimminjin@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

하나로의 부대시설인 동위원소생산시설의 핫셀 Bank-3에서는 갑상선암의 치료 및 진단제로 사용되는 I-131 캡슐 및 용액을 생산하고 있다. 이 과정에서 발생하는 기체방사성유출물은 핫셀의 배기계통을 통해 2단으로 설치된 활성탄필터에서 정화된 후 배기 계통을 통해 환경으로 배출된다. 기존의 활성탄필터 하우스정은 '94년 7월에 설치되어 운영되어왔으나 필터 교체 작업의 편의성을 도모하고 활성탄필터 하우스정의 성능을 향상시켜 안전한 시설운동을 하고자 '06년 11월부터 전문가의 의견 수렴을 거쳐 새로운 활성탄필터 하우스정을 설계하여 '07년에 3월부터 6월까지 제작·설치하였다. 이 과정에서 기존의 활성탄필터 하우스정의 해체 및 절단 작업을 통해 발생한 고체폐기물은 운반하기 쉬운 크기로 포장한 후 자체 처분을 하기위해 폐기물 저장고에 보관중이다. 해체 및 절단 작업 시에 작업자의 피폭 및 시설내의 오염을 최소화하기 위한 여러 가지의 준비 작업을 수행하였고 성공적으로 철거한 후 그 자리에 신형 활성탄필터 하우스정을 설치하여 운영 중이다.

### 2. 신규 활성탄 필터 설치를 위한 기존 활성탄필터 하우스정의 철거 작업

활성탄필터는 매 18개월마다 교체 후 성능시험을 통하여 활성탄필터의 성능이 99.95% 이상임을 확인함으로써 필터가 올바르게 장착되고 필터 하우스정이 건전함을 입증하고 있다. 기존의 활성탄필터 하우스정은 그림 1에서 보이는 바와 같이 활성탄필터실에 2대가 서로 마주보고 있는 상태로 설치되어 있었다. 활성탄필터 하우스정은 내부에 약 80kg에 달하는 활성탄 필터를 삽입하여 상부에 설치된 마운팅 프레임에 밀착시켜 필터 누설을 방지하도록 되어 있다. 그러나 설계 제작 당시의 기술 수준으로는 고려하지 못한 아래와 같은 문제는 시급히 해결할 과제였다.

- STS 마운팅 프레임의 두께가 3t로 제작되어 오랜 세월이 흐른 후 절곡된 면이 상방으로 휘는 현상이 발생(활성탄 필터의 개스킷 밀착 불량 발생 가능성)

- 그림 1에서 보는 것처럼 활성탄필터 하우스정 2개가 한 공간에 마주보고 설치되어 한쪽 하우스정의 필터를 교체할 때 불필요하게 방사선 피폭 발생

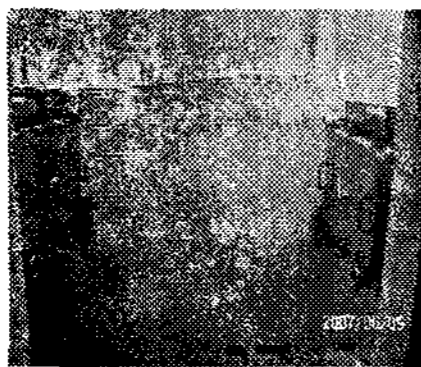


그림 1 RIPF 1차 활성탄 필터 하우스정(2개)



그림 2 필터뱅크 표면 선량 측정

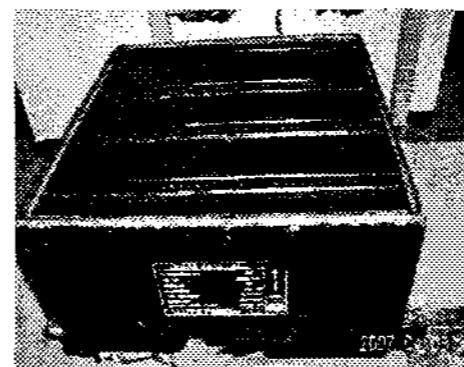


그림 3 필터 탈착후 표면선량 측정



그림 4 폐기처리하기 위한 포장

신규 필터 하우스정의 설치하기 위한 선행 작업으로 기존의 하우스정을 철거하기 위해 작업공간의 공간선량을 낮추는 것이 필요하였다. 2대의 1차 활성탄필터 중 1 대는 약 9개월간 대기(standby) 상태에 두어 방사능 준위가 충분히 낮은 상태였기에 그동안 사용해 온 활성탄필터 탈착 작업을 다음과 같이 진행하였다.

- 1) 기존 활성탄필터 하우스정에서 필터 탈착 전 하우스정 커버 표면 선량 측정
- 2) 활성탄필터를 탈착하고 필터 표면에서 표면선량을 측정

3) 필터 전용 포장재로 포장한 후 폐기물저장고에 입고

이 작업에서 작업시의 피폭을 줄이기 위하여 단위 작업 당 방사선작업자를 교체 투입하였고 방사선관리요원을 포함한 9명의 평균 피폭선량률은 보수적으로 정한 작업기준 보다 낮았다. 이와 같이 활성탄 필터를 제거하고 약 7주 후에 필터실의 공간선량이 백그라운드 수준(0.3 uSv/h)으로 떨어져 활성탄필터 하우스 및 연결 덕트 배관 철거 작업을 하였다. 기존 배관을 끊는 과정에서 덕트 배관 내부에 쌓여있던 방사성옥소 분진이 작업장 공기 중에 퍼지는 것을 방지하기 위해 그림 5와 같이 필터실 입구에 비닐막을 설치하고 내부에는 이동형 활성탄필터 덕트를 설치하여 배출되는 공기를 정화하였고 배기 덕트에 설치된 공기감시기를 관찰하며 작업을 수행하였다. 플렌지로 연결된 덕트 배관을 해체할 때 개구부에서 분진이 퍼지지 않도록 해체 즉시 입구를 비닐 시트로 밀폐한 후 각 단관을 비닐 포장하였고 최종적으로 하우스를 고정한 앵커볼트를 풀고 하우스를 들어내어 비닐 포장하였다.



그림 5 필터실 앞에 설치된 비닐 차단막      그림 6 필터뱅크 분해 작업      그림 7 하우스 배관 분리후 1차 포장      그림 8 철거후 최종처분을 위해 보관중인 하우스 및 배관

그 후 필터실의 내부 제염 작업 후 벽체 등의 표면 선량 등을 측정하여 백그라운드 수준 (<math><0.11 \text{ kBq/m}^2</math>)임을 확인한 후 새로 제작한 활성탄필터 하우스 및 배관을 설치하였다.

또한 작업시간 동안 배기 덕트에서 측정된 I-131의 농도는  $3 \text{ Bq/m}^3$  이하로 매우 낮게 유지되었다.

4. 결론 및 향후 과제

새로 설치한 활성탄필터 하우스는 빈 공간에 새로 설치하는 공사가 아니므로 발생할 폐기물 처리에 난관이 예상되었다. 방사성옥소의 생산으로 항상 공간선량이 높은 지역에서 기존의 활성탄 필터 하우스를 철거하고 새로 설치하는 과정에서 작업자의 피폭을 허용 범위 이하로 유지하고 액체, 고체 및 기체방사성폐기물의 발생을 최소화하며 안전하게 작업을 하고자 상세 작업절차를 작성하고 관련자 회의를 거쳐 철거 및 설치 작업을 수행하였다. 이 작업에서 발생한 폐기물 중 벽체를 관통하는 배관을 설치하기 위한 코어드릴 작업에서 생긴 수분이 섞인 콘크리트 폐기물은 잘 말려 고체폐기물로 처리하였고 기존 하우스와 배관의 제거로 생긴 고체폐기물은 분진이 발생하지 않도록 잘 포장하여 보관중이다. 배관 및 하우스의 형상이 제염하기에는 간단하지 않지만 주로 I-131에 의한 오염이므로 충분히 오랜 기간 감쇠를 시킨 후 제염을 한다면 추후 자체처분이 가능할 것으로 여겨진다. 앞으로 저준위 방사성고체폐기물에 대한 자체처분 계획 및 절차를 확립하여 감독기관의 검토를 받아 처리할 예정이다.