

## 차세대관리종합공정 실증시설의 핫셀 폐필터 압축장치 개발

구정희, 권기찬, 이은표, 정원명, 이원경, 유길성

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

jhku@kaeri.re.kr

한국원자력연구소에서는 차세대관리종합공정(ACP: Advanced spent fuel Conditioning Process)의 실증을 위한 시설을 조사재시험시설의 지하에 위치한 예비 핫셀을 개조하여 건설하였다. 이 실증시설은 공정셀과 유지보수셀의 두 개의 핫셀로 구성되어 있으며, 각각의 핫셀에는 원통형의 핫셀 필터가 설치되어 있다. 지하에 위치한 실증시설은 인반 핫셀과는 달리 천장이 1층의 핫셀로 인해 막혀있기 때문에 핫셀의 후면과 측면에 설치된 리어도어(rear door)를 통해서만이 공정물질이나 장치 등을 반출입할 수 있도록 되어 있다.

이 실증시설의 핫셀과 조사재시험시설에 설치되는 핫셀에는 모두 공통적으로 Padirac 수송용기 접속장치를 부착한 리어도어가 있기 때문에 실증시설에서 발생한 폐필터는 이 리어도어를 통해 반출할 수밖에 없다. 필터는 필터 미디어 자체가 방사성 기체폐기물의 흡착성을 극대화하기 위해 단면적을 크게 한 다공성 재질이기 때문에 폐필터를 그대로 방사성폐기물로 처리하는 것은 방사성폐기물 발생량을 증대시키기 때문에 부피를 최대한 압축하여, 폐기물을 최소화 하여야만 한다. 또한 실증시설은 많은 핫셀 내부에 공정장치를 설치한 상태이기 때문에 핫셀 내부에 별도의 추가 장치를 설치할 수 없는 실정이다. 따라서 차세대관리종합공정 실증시설에서는 기존의 조사재시험 시설 핫셀과 실증시설 핫셀을 연계하여, 실증시설에서 발생하는 핫셀 폐필터를 조사재시험시설의 핫셀로 운반한 후 여기서 폐필터를 압축할 수 있도록 시스템을 구성하고, 폐필터 압축장치를 개발하였다.

차세대관리종합공정 실증시설에서 발생한 폐필터는 빠디락 수송용기를 사용하여 조사재시험 시설 1층의 핫셀로 옮겨진 후 핫셀 내에서 고체폐기물운반용기 바스켓에 담긴 상태에서 폐필터 압축장치를 사용해서 압축된 후 바스켓의 뚜껑을 체결하고, 핫셀 상부의 루프도어(roof door)에 고체 폐기물 운반용기를 접속시킨 후 폐필터가 담긴 바스켓을 인출해서 중준위폐기물을 저장하는 모노 리스(Monolithe)로 이동하여 저장하도록 하였다. 따라서 실증시설의 폐필터 압축장치는 기존의 조사재시험시설 및 폐기물저장고의 수송 및 저장시스템을 별도의 장치보완 없이 그대로 사용할 수 있도록 하였다.

핫셀 폐필터 압축장치는 폐필터를 압축하는 압축실린더와 압축기 헤드(press head)를 개폐할 때 사용되는 구동용 실린더 등 두개의 공압 실린더와 폐기물운반용기 바스켓을 안착시키는 받침대와 프레임 등으로 구성된 압축장치가 핫셀 내부에 설치되고, 핫셀 외부에는 압축공기를 공급하는 콤프레셔와 조작기가 설치된다. 핫셀 필터는 원통형 구조로서 원통형 구조의 폐기물운반용 바스켓에 넣기 위해서는 길이방향으로의 압축이 필수적이다. 따라서 핫셀 폐필터는 길이방향으로 압축을 해야 하는데 원통형 구조의 특성상 초기의 좌굴(buckling)하중 값이 매우 크다. 따라서 수직방향으로의 압착시험(crush test)을 실시하여 장치의 최대 압축용량이 3.8톤임을 확인하였다. 따라서 폐

필터 압축장치의 설계용량을 3.8톤으로 정하고, 이 장치는 핫셀 내부에 설치되어야 하는 장치이므로 핫셀 내에서 설치 및 사용이 간단한 압축공기를 사용하도록 공압실린더를 사용하는 것으로 하여 필요한 실린더의 크기를 결정하였다. 핫셀 내부에 설치되는 압축장치의 크기는 높이 1,558 mm, 폭 842 mm, 전후방향으로의 두께는 410mm이다. 압축공기를 공급하는 공기압축기는 무급유식 스크롤 공기압축기로서 3 HP의 용량을 가지며, 토출압력은 6.5~8 kg/cm<sup>2</sup>이다. 필터 압축용 주 실린더는 내경이 310 mm, 스트로크가 516 mm로서 4.5톤의 압축력을 갖는다.

핫셀 폐필터 압축장치는 폐기물바스켓 안에 폐필터를 하나씩 넣고 차례대로 압축하며, 한 개의 바스켓에 4개의 필터까지 압축하여 넣을 수 있어서 폐기물 바스켓 사용량을 최소화할 수 있도록 하였다. 핫셀 필터는 외경 245 mm, 길이 380mm인 원통형 구조로 되어 있고, 바스켓 또한 원통형 구조로 내부 길이는 403 mm로서 바스켓 안에는 필터 1개밖에 들어갈 수밖에 없지만, 압축장치에서 압축된 폐필터의 길이는 83mm 정도로서 압축장치를 사용하면 4개의 폐필터를 한 개의 바스켓에 담을 수 있고, 또한 압축된 폐필터가 삽입되고 남은 공간은 다른 폐기물을 담을 수 있기 때문에 폐기물 발생량을 아주 효과적으로 절감할 수 있음을 확인하였다. 또한 이 장치는 기존의 타 시설에서 사용되는 장치처럼 필터를 한 개씩 압축한 두 폐기물 저장용 바스켓에 담는 방식이 아니라 폐필터를 바스켓에 담은 상태에서 계속하여 압축한 후 바스켓의 뚜껑을 체결할 수 있기 때문에 폐필터의 압축에서 발생하는 방사성 분진이 핫셀 내부를 오염시키는 일이 없어 핫셀의 청결한 운전에도 큰 도움이 될 것이다. 이 장치는 차세대관리종합공정 실증시설뿐만 아니라 조사재시험시설에서 발생하는 폐필터 폐기물량을 현격하게 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.