

글러브 박스의 공기 교환율 및 여과시스템

황용화, 이형권, 서항석, 권인찬, 권형문, 장정남, 전용범, 민덕기
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 hvh@kaeri.re.kr

조사후연료시험시설의 방사선용 글러브 박스는 상대적으로 적은 체적과 악조건에서 여러 요소들이 실험되고 있다. 발화성 소재 등과 반응하는 가스류는 비활성가스 및 수분제어 등 특별한 환경이 요구된다. 이런 분야의 실험을 위해서는 글러브 박스의 안전과 직결되는 실내의 공기질이 매우 중요하다. 급·배기 필터의 적절한 위치선정과 정확한 공기 유동량을 조절하여 방사능물질의 누출 가능성과 여러 불안정성을 최소로 줄일 필요가 있다.

(1) bag-in/bag-out ports

다중목적으로 설계된 배기(bagging) 포트는 실험이 수행되는 동안 백이 이탈되지 못하도록 두개의 돌기(rib) 보강재를 가지고 있다. 이 돌기는 백이 쉽게 당겨지는 것과, 부압으로 인해 글러브 박스 속으로 빨려 들어가는 것을 방지하기 위해 외주 위 25~30mm 간격에 6~10mm의 원추형 띠로 둘러져 있어 이 사이에 스트랩으로 백을 고정하여 교체가 용이하다.

(2) glove-box 환기 시스템

글러브 박스는 기본적으로 차폐된 공간으로 공기를 배기할 때 -20~-25mmH₂O의 부압수준이 유지되며, 필터는 미립자를 여과할 동안 허용되는 설계된 기류의 흐름을 제어하도록 하고 있다. 공기 교환율은 모든 글러브 박스에 대한 중요한 고찰로, 글러브 박스의 부피가 증가함에 따라 공기흐름도 증가되어야 한다. 글러브 박스는 약 1m³의 체적에 대해 급기필터를 통한 공기흐름이 시간당 10m³ 이상으로 설계되어, 10회 이상의 공기 교환율을 갖도록 하였다. 특히 기존 시스템이 대체되거나 개정될 때는 공기 교환율과 속도를 고려하여야 할 것이다.

(3) 필터하우징 설치

필터하우징은 작업자가 방사선에 노출되지 않고 안전하게 작동하도록 설치되어 있다. 원통구조의 PVC 케이스로 된 필터하우징(fig.1)은 여과재를 내부에 삽입된 형태로 글러브 박스에 근접하여 장착되기 때문에 잠재적인 오염 표면적을 감소시킬 수 있었다. 급기필터는 글러브 박스의 차폐벽 외부에 1단으로, 배기필터는 관통구 내·외부에 각각 1개씩 2단 직렬로 설치되어 fig.2와 같이 압력저하 양상을 나타내고 있다. 신규필터로 교체되었을 경우 약 -13~-15mmH₂O의 차압을 나타내었으며, 보통 -40mmH₂O의 압력저하까지 사용이 가능하였다.

(4) 배기 시스템의 서지 릴리프 및 차압 마노메타

배기필터 전·후단에는 fig.3과 같이 포트블 타입 마노메타를 취부하여 상시 관찰이 가능하다. 글러브 박스에 내장된 장비의 오작동과 압력변동에 신속하게 대비하도록 배기시스템의 접속부에 서지 릴리프(Surge Relief)를 갖추었다(fig.4). 이 릴리프는 박스 내의 공기흐름과 압력특성에 반응하고 역류방지 장치로 사용된다.

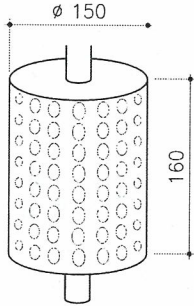


Fig.1 Filter Cartridge of Glove Box

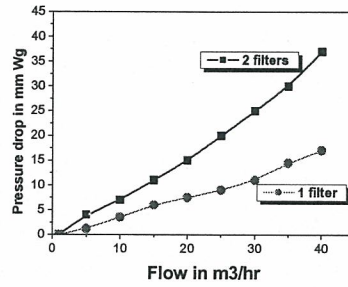


Fig.2 Filter Cartridge Pressure Drop

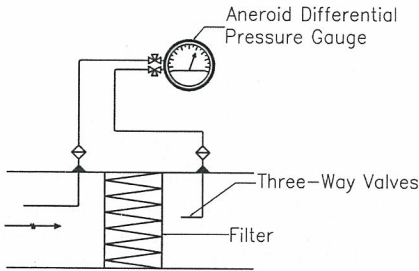


Fig.3 Indicating Pressure Drop through a Filter

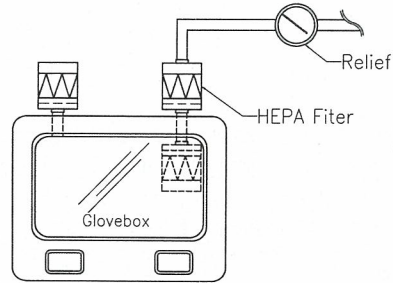


Fig.4 in-out filter & Surge Relief

결론

글러브 박스는 차폐설치가 무엇보다 중요하고, 적절한 공기용량과 필터 유니트의 선정이 요구된다. 고효율 필터를 설치하여 압력저하를 줄이는 것이 유지관리 및 수명연장에 큰 영향을 미치고 있다. 또한, 필터 시스템의 배기구는 곡선 형태를 줄이는 것이 공기 흐름에 상당히 도움이 된다고 판단된다.

참고문헌

- [1] AGS (American glove-box Society), 1998, Guidelines for glove-boxes, AGS-G001 (Second Edition), Santa Rosa, CA.
- [2] ASME (American Society of Mechanical Engineers), 2003, Code on Nuclear Air and Gas Treatment, ASME AG-1, New York, NY.