

방사성폐기물 처분 고건전성용기의 배기 밸브 부속 개발 및 성능 시험

이수홍, 전종선, 박상규, 이재민
 (주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328
realsh@enesys.co.kr

1. 서론

원자력시설에서 발생되는 방사성폐기물은 해당 처분 용기에 담아 처분된다. 방사성폐기물 중 폐수지 같은 일부는 방사선이나 부식 등에 의한 화학 변화를 통해 가스를 방출하게 된다. 처분 용기 내의 가스 발생량이 많아지면 용기의 구조적 안전성을 확보하기가 어렵게 된다. 이에 처분 용기 내의 가스를 외부로 방출할 수 있는 장치가 필요하다. 이러한 배기 밸브를 사용하기 위해서는 가스의 방출이 용이하면서도 방사성물질이 용기 외부로 방출되더라도 안된다. 이러한 조건들을 만족시키기 위해서 본 연구에서는 특수 화학처리를 통하여 발수성을 지닌 다공성 폴리에틸렌과 필터의 물 및 가스 방출 실험을 통해 그 성능을 입증하고 체크밸브를 결합하여 구조적 안전성을 확보하면서도 방사성물질의 외부 누출을 방지할 수 있는 방사성폐기물 처분 용기용 배기 밸브를 설계하였다.

2. 본론

방사선 조사 환경인 방사성폐기물 처분 용기 내부에서는 다양한 조건을 통해 가스가 발생하게 된다. 특히 폐수지를 담고 있는 고건전성용기의 경우 가스 발생 경로는 방사선 조사에 의한 폐수지와 용기에서의 가스 발생, 그리고 유기물질 폐기물의 화학반응에 의해서 가스가 발생된다.

이렇게 발생된 가스는 용기 내부의 압력을 증가시켜 용기의 구조적 안전성을 저해시키는 요인이 된다. 이에 용기의 성능이 보장되는 범위 이상의 가스가 발생될 경우를 대비하여 내부 가스를 외부로 방출할 수 있는 장치가 필요하다. 그러나 이러한 장치로 인해 가스 외에 내부 방사성물질이 외부에 유출되어서는 안된다.

이러한 조건을 만족시키기 위해 먼저 1차적으로 내부 가스를 방출하고 외부의 수분이 내부로 침투하기 어렵도록 특수 화학 처리된 다공성 폴리에틸렌을 사용하고, 일정 압력 이상에서만 작동하는 체크 밸브를 추가하였으며 폴리에틸렌과 체크 밸브 중간엔 Nufil사에서 제작한 필터를 적용하였다. 다공성 폴리에틸렌은 발수 화학처리를 하여 자체 성능으로 일정 수준의 물의 침투를 방지할 수 있다. 이 다공성 폴리에틸렌의 성능을 검증하기 위해 실험 장치를 구성하여 성능을 측정하였다.

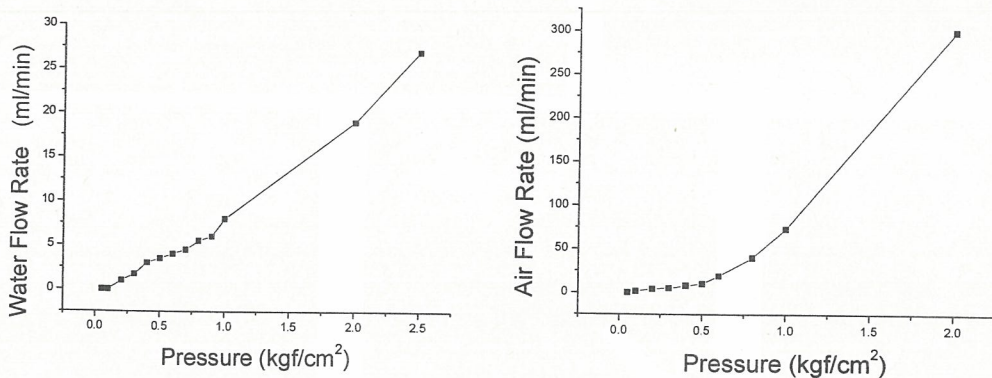


그림 1. 다공성 폴리에틸렌의 물/가스의 유출 실험 결과

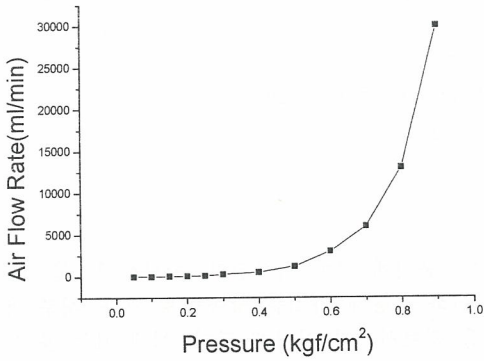


그림 2. 필터의 가스 유출 실험 결과

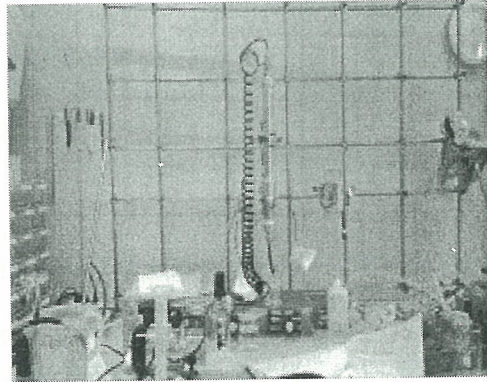
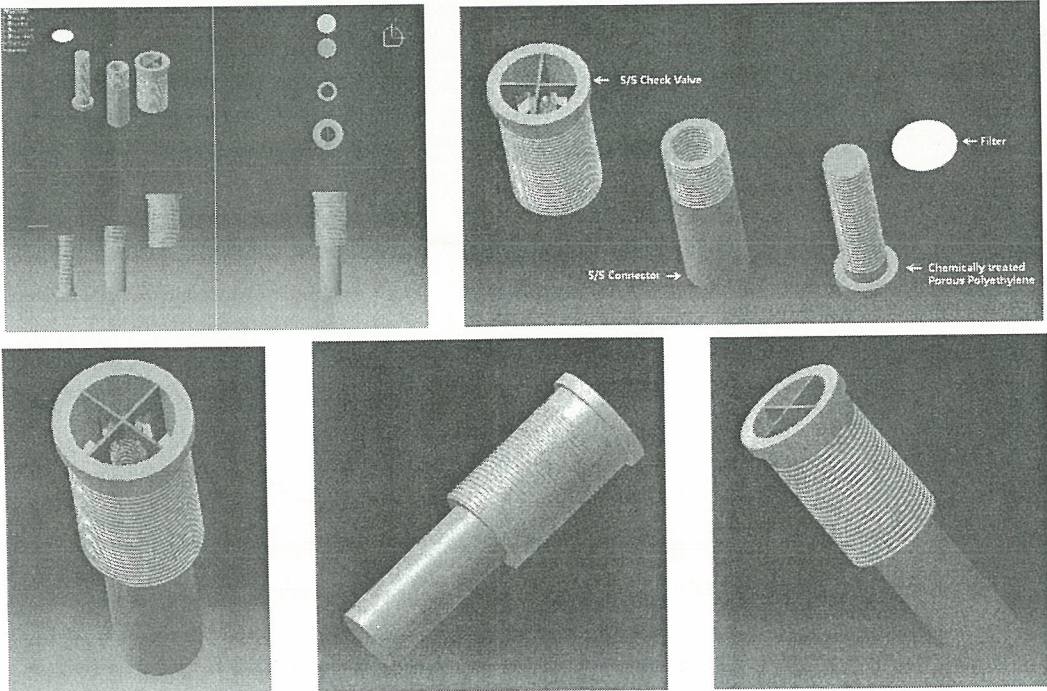


그림 3. 유출량 실험 장치

3. 결론

실험 결과 폴리에틸렌의 경우 0.15 kgf/cm²(≒2psig)까지는 누수가 전혀 없었고 1 kgf/cm²(≒14psig)까지는 평균 10 ml/min 정도의 유출률을 나타내었다. 이는 일반 자연 조건인 강우 또는 대기 중 수분이나 낮은 수준의 지하수 여건에서는 물의 침투를 방지할 수 있는 성능으로 판단된다. 또한 폴리에틸렌을 통한 가스의 유출은 낮은 압력에서도 원활하여 폐기물 용기에 사용되는 가스 밸브의 부속으로 적절한 성능을 나타내고 있다. 필터의 경우 1 kgf/cm²(≒14psig)까지 누수가 전혀 없으면서 공기의 유출은 1 kgf/cm² 이하에서도 30 L/min 이상의 유출량을 나타내었다. 이는 폴리에틸렌에서 1차적으로 방출한 가스를 100% 외부로 방출할 수 있으면서도 외부의 물이 침투하는 것을 1차적으로 충분히 차단시킬 수 있는 성능을 나타내고 있다. 다공성 폴리에틸렌과 코어텍스 필터가 가스 vent로서의 성능을 보유하고 있지만 스테인리스 재질의 체크밸브를 결합하여 외부 충격에도 버틸 수 있도록 기계적 강도를 증대시키고 추가적인 안전성을 확보할 수 있도록 설계하였다.



방사성폐기물 처분용 고건전성용기의 배기 밸브 도안