

차폐셀과 근접구역의 부압조건 및 여과장치 개요

황용화, 이형권, 서항석, 권형문, 장정남, 전용범, 민덕기
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150-1)
hvh@kaeri.re.kr

1. 서론

조사후연료시험시설의 핫셀에는 고준위 방사능 오염물질을 취급하는 콘크리트 벽 및 납 블럭 차폐셀이 공존하고 있다. 차폐셀의 공기는 인터벤션(Intervention)을 통해 차폐셀에 공급되며, 시간당 28~38회의 횟수를 갖도록 설계되어 있다. 셀의 상단에서 하단으로 수직층류의 공기흐름을 유도하여 미립본진이 자중에 의해 벤치바닥에 가라앉게 되어 오염이 확산되는 것을 방지하고, 제염작업도 용이하다. 또, 원통필터의 포트는 실험벤치에 연결되어 있어 원격조종기(manipulator)에 의해 교체가 순조롭고 피폭의 우려로부터 작업 안전성이 보장된다.

2. 본론

2.1 구역설정 분류

차폐셀을 중심으로 한 해당구역은 색상 및 번호로 분류되며 표 2.1에서와 같이 첫 번째 자리수의 번호가 클수록 고방사능구역으로 표기되어 있다.

- 청색(청정구역) : 사무실, 제어실 및 workshop 등이 포함되며, 시간당 3회 정도의 환기횟수를 가진다.
- 녹색(관리구역) : 운전 및 실험실 등 일반 작업 구역으로 시간당 3~5회의 환기횟수를 적용된다.
- 호박색(제한구역) : 차폐셀에 근접하여 실험 작업구역, 인터벤션 등이 위치하고 있으며, 시간당

6~8회의 환기횟수가 적용된다.

- 적색(금지구역) : 차폐셀, 글로브박스 및 폐액탱크 등의 process장비 등이 위치해 있으며, 환기횟수가 가장 높다.

2.2 제한, 금지구역의 부압조건

시설 내 관리, 제한 및 금지구역(차폐셀) 등은 방사능구역으로 부압유지가 요구되는 존이므로 저방사능 구역에서 고방사능 구역으로 공기흐름이 이어지도록 되어 있다. 차폐셀을 제외한 관리 및 제한구역에서의 풍량과 환기횟수는 정압 급기구를 통해 직접 공급되는 공기량과 사무 공간 및 저방사능 구역을 통해 유입된 공기량으로 조절되고 있다. 공기유동에 의한 방사능오염을 최소화하기 위해서 공기 재순환을 배제하고, 전 공기흐름을 취하도록 하였다. 각 구역분류는 표 2.1에 따라 환기회수 및 부압 설정값을 달리하였으며, 고방사능구역(금지구역)에서 저방사능구역(제한구역, 관리구역) 등으로 오염물질이 역류되지 않도록 점검, 관리되고 있다. 또한, 금지구역의 배기는 송풍량 변속 콘트롤러에 의해 요구되는 속도변화를 얻을 수 있도록 설계하여 제한구역 보다 50mmH₂O 이상의 배기동압을 높임으로 셀 내의 오염을 줄이고 셀 외로 공기의 역통풍을 방지하게 되었다. 구역별 부압조건은 Druck사의 DPI-141로 절대압을 측정하여 기준값과 비교한 결과 표2.2와 같이 조건에 만족한 결과를 보였다.

Table 2.1 구역별 정, 부압상태

구역분류	구역설정별 정압 및 부압상태	출입접근성
청정구역(청색, 6000존)	정압	일반실험 및 사무공간
관리구역(녹색, 7000존)	부압(-3~-5mmWg)	작업종사자의 실험 및 작업공간
제한구역(호박색, 8000존)	부압(-6~-8mmWg)	관리구역보다 높은 준위의 실험공간
금지구역(적색, 9000존)	부압(-15~-25mmWg)	차폐셀, 글러브박스 등 출입금지 구역

Table 2.2 관리, 제한 및 금지구역의 측정값

room number	standard (mmH ₂ O)	measured value (mmH ₂ O)	room number	standard (mmH ₂ O)	measured value (mmH ₂ O)
7201	-3~5	- 3.4	9201	-15 ≤	- 22
7402A	"	- 3.5	9203	"	- 22
7438	"	- 3.5	9205	"	- 20
7429	"	- 3.7	9206	"	- 20
8204	-6~8	- 6.9	9404	"	- 18
8301	"	- 6.8	9406	"	- 19
8302	"	- 6.7	9407	"	- 19
8401	"	- 7.1	9409	"	- 19

2.3 차폐셀 및 금지구역의 급·배기필터

차폐셀 상단에 설치된 트랜스퍼(transfer) 필터에서 급기공기의 분진이 여과되며, 셀 내의 원통형 배기필터에서 고농도 오염입자를 1차적으로 제거하나 효율시험은 수행하기가 어렵다. 그러나 셀 외부에 조밀표면적을 가진 2단 직렬로 내장된 V-pleats 타입의 DUP 해파필터에서 효율시험을 실시한 결과(표2.3), 0.01% 이내의 누설율로 ANSI에 적합한 성능을 보였으며, 가스켓 손상 등도 나타나지 않았다.

3. 결론

조사후연료시험시설에는 4개의 구역을 설정하고 핫셀을 중심으로 이상적인 부압유지와 환기회수가 필요하다. 시설 내는 수직층류 공기흐름으로 오염저하를 최소화하여 각 구역의 측정값을 조사한 결과 설계값에 적절함을 알 수 있었다. 차폐셀의 배기필터 누설시험에서도 고효율 값을 얻을 수 있었고, 필터를 다중으로 설치하여 안전성을 확보하는 동시에 압력 저하를 줄이는 동시에 기기의 수명연장과 지속적인 유지관리도 요구되었다. 적절한 공기용량과 필터 유니트의 선정이 안전운영과도 밀접한 관계가 있다고 생각된다.

Table 2.3 차폐셀 배기필터 누설시험 List

system	differential pressure		DOP test efficiency(%)			
	standard (mmH ₂ O)	measured value (mmH ₂ O)	upstream	downstream (x0.01)	penetration (%)	efficiency (%)
AF 25	50	22/15	55	12	0.002	99.99
AF 26	50	22/15	53	16	0.003	99.99