

## 조사재시험시설 DUP 필터뱅크의 HEPA 필터 현장 누설시험

백상열, 안상복, 류우석

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[sybaek1@kaeri.re.kr](mailto:sybaek1@kaeri.re.kr)

조사재시험시설은 하나로 및 상용발전소에서 중성자에 조사된 원자력재료(핵연료 및 재료)를 시험하는 시설이다. 따라서 각종 방사성물질의 시험 및 취급과정에서 발생한 방사성 물질로부터 주변 환경을 보호하고 작업자의 피폭을 방지하기 위하여 오염된 공기는 공기정화설비를 이용하여 여과시킨 후에 외부로 배출시킨다. 1차적으로 오염된 공기는 핫셀 내의 HEPA필터로 여과시킨 후에 최종적으로 전·후 2단의 HEPA 필터와 중간단의 Charcoal 필터로 구성된 AFU(Air Filtering Unit)를 통하여 정화시킨다. 조사재시험시설 DUP(Deep Under Pressure)계통의 공기 정화능력을 향상시키기 위하여 기존 AFU의 구조를 개선한 새로운 장치를 설치하였다. 따라서 본 논문에서는 AFU 내에 설치된 HEPA 필터의 정화능력을 보증하기 위하여 수행한 현장 누설시험에 대한 시험 기술 및 절차를 검토하고, 그 결과에 대하여 고찰하였다.

### - 시설의 DUP 필터의 기술사양

조사재시험시설의 DUP 배기계통 필터 뱅크는 4대로 구성되어 그림 1과 같으며, 기술적인 주요사항은 다음과 같다.

- 처리풍량 및 수량 : AFU 1대당 5,600 CMH (4대 총량: 22,400 CMH)

- AFU의 구성

Filter Housing 크기 : 4650\*910\*1945mm (LxWxH)

Filter Bank 1단: Pre-HEPA 필터 (610 x 610 x 292mm, min. 99.97% efficiency at 0.3 $\mu$ m DOP) 2개, 수직배열 장착

Filter Bank 2단 : Adsorber Bank(Type III, 2" Bed, min. 99.95%(Halide) 수직배열 장착, Canister 8개 설치

Filter Bank 3단 : Post-HEPA 필터 (610 x 610 x 292mm, min. 99.97% efficiency at 0.3 $\mu$ m DOP) 2개, 수직배열 장착

격리 댐퍼 : 상부 및 하부, 각각 2개

시험용 캐니스터 : 베드와 동일한 조건으로 노출되도록 설계, 각각 8개

기타 : 출입문, 점검등, 온도 감지기, 필터 차압계, 시험용 매니폴더 등

### - 시험기술기준 및 시험장비

본 누설시험을 위하여 사용한 기술기준은 "ASME N509-89: Nuclear Power Plant Air-cleaning Unit and Components," 및 "ASME N510-89: Testing of Nuclear Air-Cleaning System,"을 이용하였으며, 주요 시험장비로는 ATI(Air Techniques International) Company에서 상용으로 개발된 TDA-5B 모델의 DOP 에어로졸 발생기와 동사의 TDA-2H 모델의 에어로졸 계측기를 사용하였다.

### - 현장 누설시험 절차의 요약

본 필터의 누설시험을 위한 주요 절차는 다음과 같다.

- 정격유량 및 압력을 확인한다.
- 상류측 및 하류측에 에어로졸 샘플 라인을 연결한다.
- 상류측 및 하류측에 Background 입자 농도를 체크한다.
- DOP 에어로졸 발생기를 분사구에 연결하고 발생시킨다.

- 상류측 농도와 하류측 농도를 5% 오차범위내에서 기록한다.
- 누설율을 구한다. 단, 누설율이 허용치 이상일 때는 원인을 파악하여 조치후에 재시험을 실시한다.

- 시험결과 고찰 및 기대효과

누설율은 오염공기가 유입되는 상류측 농도와 배출되는 하류측 농도비로서, 계측장비에 전자적으로 연결된 기록계로부터 얻은 농도를 이용하여 다음 식으로 계산한다.

$$P = 100(C_d/C_u)$$

여기서, P : 누설율(%)

Cd : 하류측 에어로졸 농도

Cu : 상류측 에어로졸 농도이다.

각각의 AFU에 대한 누설시험 후에 얻은 결과는 표 1과 같이 얻어졌으며, 누설율은 0.0017~0.018 %로서 법적인 허용 누설율인 0.05 % 이하를 만족하였다.

본 논문에서는 조사재시험시설의 핫셀 배기계통에 사용된 새로운 AFU에 대한 HEPA 필터의 현장 누설시험기술 기준 등을 검토하고 시험을 실시하였으며, 본 시험자료는 앞으로 원자력시설의 공기정화계통 설계 및 운전에 유용한 자료가 될 것으로 기대된다.

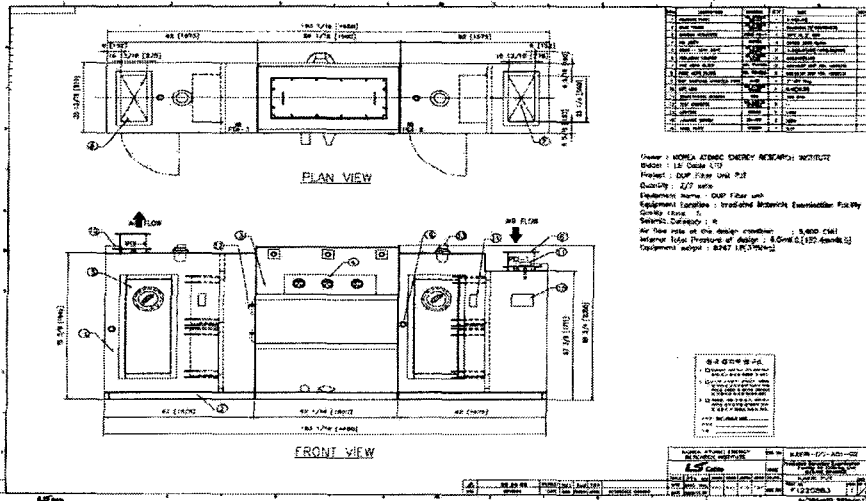


그림 1 조사재시험시설 AFU 개략도.

표1. HEPA 필터 현장 누설시험 결과

구분	상류측 (Cu)	하류측 (Cd)	누설율(%)	효율 (%)	
43	전단	100	0.018	0.018	99.98
	후단	100	0.0019	0.0019	99.99
44	전단	100	0.0034	0.0034	99.99
	후단	100	0.0022	0.0022	99.99
45	전단	100	0.0183	0.0183	99.98
	후단	100	0.0017	0.0017	99.99
46	전단	100	0.0023	0.0023	99.99
	후단	100	0.0048	0.0048	99.99