

## 조사재시험시설 Charcoal 필터뱅크 보완 및 누설시험

백상열, 김기하, 송웅섭, 안상복, 류우석  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[sybaek1@kaeri.re.kr](mailto:sybaek1@kaeri.re.kr)

조사 핵연료 및 구조재료의 핫셀시험을 위한 조사재시험시설은 고방사능물질의 시험 및 취급과정에서 발생한 각종 방사성 물질에 오염된 핫셀공기를 정화하기 위한 특수 공기조화설비를 운영한다. 현재 조사재시험시설의 핫셀 내에서 오염된 공기는 1차적으로 HEPA필터로 여과한 후에, 전·후 2단의 HEPA 필터와 중간단의 활성탄 필터로 구성된 AFU(Air Filtering Unit)로 최종 정화하여 외부에 방출하는 DUP(Deep Under Pressure) 시스템을 채용하고 있다. 따라서 외부에 방출하는 공기의 오염을 최소화하기 위하여 기존에 설치된 AFU의 활성탄 필터의 장착부위의 구조를 개선하여 여과성능을 대폭 향상시켰다. 본 논문에서는 AFU 내에 별도로 설치된 활성탄 필터상자의 밀폐도를 향상시키기 위한 기존의 캠지그 및 프레임 지지용 지그의 형상 개선 현황, 그리고 개선 후에 실시된 현장 누설시험의 결과에 대하여 고찰하였다.

조사재시험시설의 예비용 DUP 배기계통 필터뱅크는 4대로 구성되어 있으며, 기술적인 주요 사항은 다음과 같다.

- 공기정화량: AFU 1대당 5,600 CMH으로 총 22,400 CMH
- DUP계통 AFU의주요사양
  - Filter housing size : 3092(L) × 750(W) × 2058(H) mm
  - Filter Bank 1단 : 크기 610 × 610 × 292 mm의 수평배열 장착 Pre-HEPA 필터 2개  
최소 정화효율 99.97% at 0.3 $\mu$ m DOP
  - Filter Bank 2단 : 크기 610 × 610 × 292 mm의 수평장착 활성탄 필터(타입 IV), canister 4개  
개설치  
최소 정화효율 99.95%(Halide)
  - Filter Bank 3단 : 크기 610 × 610 × 292 mm의 수평배열 장착 Pre-HEPA 필터 2개  
최소 정화효율 99.97% at 0.3 $\mu$ m DOP

AFU 내에 별도로 장착되는 활성탄 필터상자의 접촉밀폐도를 향상시키기 위한 주요 구조개선 사항은 다음과 같다

- 활성탄 필터상자의 지지용 지그의 캠 형상 개선  
활성탄 필터 장착용 지그의 노후화와 형상으로 인하여 활성탄 필터상자와 AFU 프레임 사이에 위치한 가스켓의 밀착 불량에 따라 기존 캠의 크기와 형상을 개선하여 가스켓에 균일한 압축력이 가하여 밀착이 향상되도록 개선함.
- AFU 필터뱅크 접촉부의 구조강성 향상을 위한 압축지그의 설치  
필터뱅크의 노후화로 인한 필터박스에 설치된 가스켓과 접촉하는 뱅크의 프레임 강성이 저하되어 접촉 불균일이 발생하여 정화효율이 감소함. 따라서 프레임 중간 부위의 휨 발생을 억제하기 위한 다음과 같이 4종류의 압축력 보강지그를 설계하여 이를 보강하였음.
  - . 1단 HEPA필터 장착용 프레임의 상부휨 방지 보강지그 (Fig. 1 참고)
  - . 좌우 및 전후면의 중간 휨방지 보강지그 (Fig. 2 참고)
  - . 중간부위 조정용 지그 (Fig. 3 참고)
  - . 양단 부위 조정용 지그(Fig. 4참고)

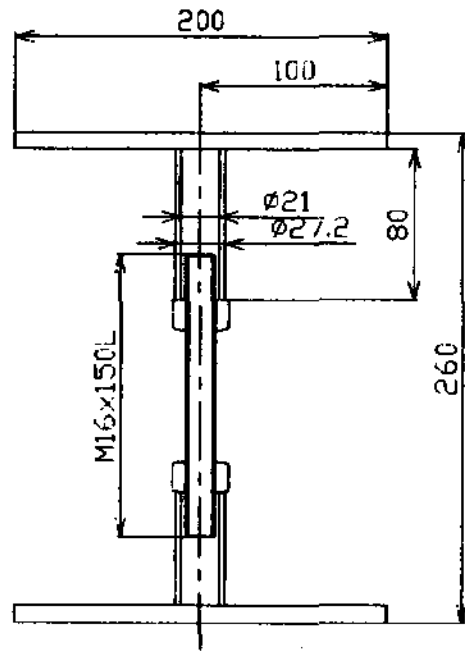


Fig. 1 Top bowing protection jig.

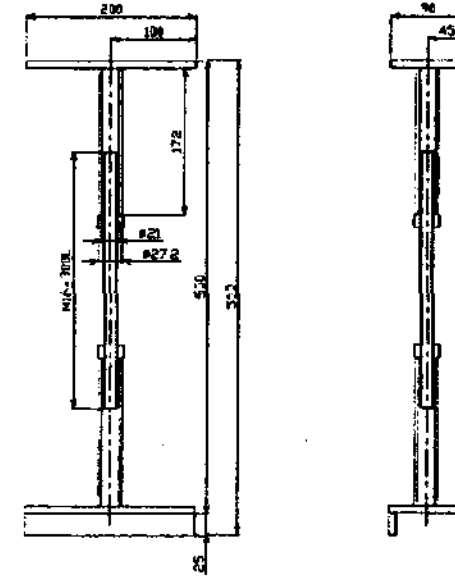


Fig. 2 Middle bowing protection jig.

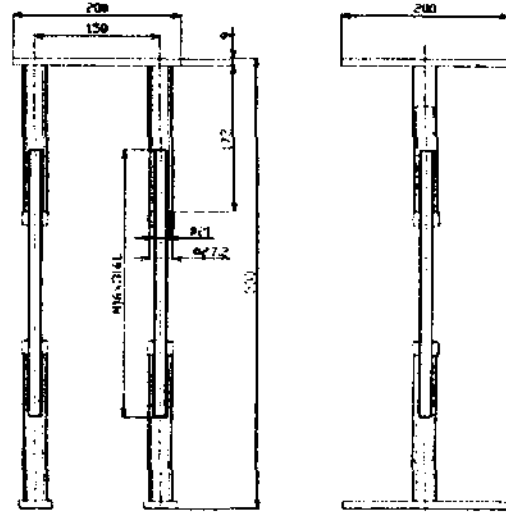


Fig. 3 Middle position adjusting jig.

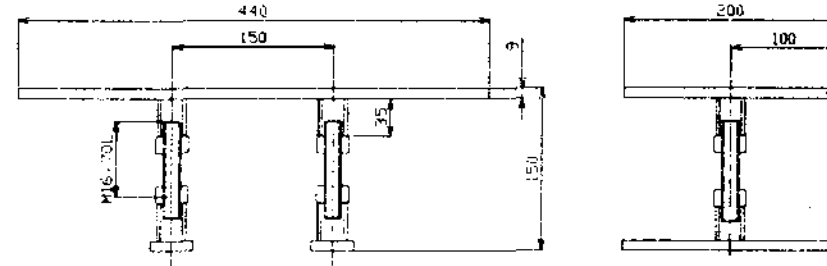


Fig. 4 Both end position adjusting jig.

- 구조 개선에 따른 AFU 현장누설시험 결과 고찰

AFU의 구조를 개선한 후에 현장누설시험을 실시하여 여과성능을 확인하였다. 시험은 “ASME N509-89: Nuclear Power Plant Air-cleaning Unit and Components,” 및 “ASME N510-89: Testing of Nuclear Air-Cleaning System,”에 제시된 기술기준을 준수하였으며, NUCON(Nuclear Consulting Service, INC.)의 F-1000-HD(Up, Down Stream) 계측기 2대 와 F-1000-HG 발생기를 사용하여 누설율을 5분간 연속적으로 측정하였다. 시험결과는 표 1에 나타낸 바와 같이 얻어졌으며, 시험결과로부터 계산한 누설율은 0.01%로 법령에서 제시한 누설율 0.05%이내의 기준을 만족하였다.

본 논문에서 제시한 필터뱅크의 누설성능을 향상시키기 위한 보완기술은 국내의 원자력시설에서 운전 중인 노후 필터뱅크의 성능 향상에 널리 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

표 1 AFU 필터뱅크의 현장누설시험 결과

시험경과시간 (sec)	상류측 측정값 (ppm)	하류측 측정값 (ppb)	시험경과시간	상류측 측정값 (ppm)	하류측 측정값 (ppb)
0	7.6	0	180	11.9	2
30	15.6	0	210	7.7	1
60	43	0	240	6.1	1
90	39	0	270	10	0
120	42.2	1	300	24.7	0
150	25.2	1			