

V-pleats형 filter의 여재설계 및 효율특성

황용화, 이형권, 전용범, 엄성호

한국원자력연구소 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

해파필터는 분리판형(separator type)과 v-pleats형(or separator-less)의 2가지 타입이 있으며, v-pleats형은 특이한 구조로 원자력분야에 주로 사용되고 있다. 현재 조사후시험시설의 배기계통에 설치된 해파필터는 분리판형에 비해 교체주기가 훨씬 연장되는 v-pleats형으로 설계, 제작하여 사용 중이다. 이 타입을 선정하는 이유는 여재 본체 내에 일정간격으로 프레임(Frame)강재를 보강하는 구조이며, 제한된 공간에 분리판 모델보다 더 많은 양의 여재가 사용되며 견고하다. 따라서 공기저항을 적게 받으며 차압발생이 적고, 운반 및 사용 중에 손상이 거의 발생하지 않는 장점이 있었다. v-pleats의 다공량 설계에는 먼지의 농도, 흡수되는 공기의 양 등 여러 요소의 영향을 감안하여 결정하였으며, 99.97% 이상의 필터효율과 25mmWg 이하의 초기압손이 유지되도록 하였다. 사용수명은 100mmWg 이상의 차압에서도 사용가능하지만 안전성을 고려하여 50-60mmWg에서 교체를 지시하는 최종압손점으로 설정하였다. 유량설계에는 여재의 면적, 압력손실, 필터의 외형크기(H*W*D)(mm), 필터면속 100mm하의 유속(m/sec)과 설치 면적을 등이 선행 계산되었다. 압손 설계는 여재의 주름깊이(mm), 여재와 여재 사이의 간격(mm), 필터 프레임의 두께에 따른 구조저항(mmAq), 여재 자체의 고유저항(유속5.33 cm/sec시)과 여재면적 (100cm²)당 압력손실(mmAq)등의 조건을 더해서 아래식으로 여재의 소요면적이 결정하였다.

$$A_m = (Q_f \times \Delta P_m) / (\Delta P_f \times V_m)$$

A_m: 여재의 소요면적(m²) / Q_f: 필터풍량(m³/min) / ΔP_m: 여재의 압손(mmAq)

ΔP_f: 필터의 압손(mmAq) / V_m: 여재의 표준풍속(320cm/min)

그 결과 여재의 깊이(여재의 두께와 겹치는 여재의 수)에 비례하여 압손이 증가됨을 알 수 있었고, 필터의 지수에도 비례하였다. 해파필터의 효율시험은 5fpm(2.5Cm/sec)이하의 설계유속에서 0.3μm 크기의 DOP(dioctyl phthalate) 입자를 99.97% 이상 여과를 기준으로 정하고 있다. DOP 입자발생기(NUCON F-1000-DG)와 검출기(NUCON F-1000-DD)를 사용하여, Fig.1에서와 같이 20개의 필터뱅크(Bank)에 대한 효율 검사를 실시하였다. 필터전단부에 DOP농도 평균 50X10²개의 입자를 주입하고, 필터를 통과한 후단부의 시료는 12X10⁻²(DOP농도 평균)로 아래의 누설식(1)에서 구하면 Fig.2와 같이 누설율이 평균 0.0015로 99.99% 이상의 효율이 유지됨을 알 수 있었다.

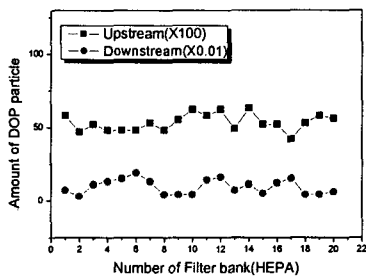


Fig. 1 Amount of upstream & downstream at v-pleats HEPA

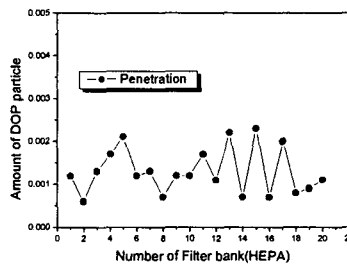


Fig. 2 DOP Penetration of HEPA

$$\text{Penetration } P = \frac{C_d}{C_u} \times 100$$

$$(1) \quad \begin{aligned} P &= \text{Percent Penetration} \\ C_d &= \text{Downstream} \\ C_u &= \text{Upstream} \end{aligned}$$