

원자력등급 해파필터의 검증시험

김광남, 강선행, 김호영, 정문용
 한국필터시험원, 광주광역시 북구 오룡동 1110-23
 kftl@kftl.re.kr

1. 서론

공기 중의 미세입자를 여과하는 해파필터는 단분산 0.3 μ m의 입자에 대한 효율시험을 시행하였을 때 그 최소 포집효율이 99.97% 이상인 필터로 일반적으로 지칭되고 있다. 해파필터는 반도체, 전기, 전자, 기계, 화학, 원자력 등 산업 전반에 걸쳐서 다양하게 사용되고 있으며, 근래에는 가정용 및 집무용의 휴대용 공기여과장치에서도 여과부본 말단에 장착되어 사용되는 등 생활 전반에 걸쳐서 폭 넓게 사용되고 있다. 특히 원자력분야에 있어서 해파필터의 역할은 공기 중의 방사성 미립자를 제거하여 작업환경 및 인명보호 대기확산방지 등의 중요한 역할을 해냄으로써 그 기능과 성능에 대해서 보다 엄격하고 실질적인 관리감독이 이루어지고 있는 추세이며 그 중요성에 대한 인식 또한 확대되어 가고 있다.

발전시설의 정상운전 및 비정상운전 시 공기를 여과하기 위해 사용되는 필터를 원자력등급 해파필터라 한다. 일반산업용의 해파필터가 단순히 공기 중 미세입자를 걸러내는 것 외에 별다른 제작 사항에 대한 조건을 두지 않는 반면, 원자력등급 해파필터는 장착되는 모든 모델에 대해서 입자포집효율과 초기차압이라는 단순 수치 외에도 원자력 계통사고 시에도 계통 내에서 적정 수준의 성능을 충분히 수행해낼 수 있도록 ASME AG-1과 KEPIC MHB의 Section FC에 의해 재료의 선정(FC 3000), 설계(FC 4000), 시험및검사(FC 5000)를 통한 제작검증이 요구되고 있다. 따라서 해파필터의 검증요건에 관련된 규정과 시험방법을 살펴보고 이들 검증시험의 중요성에 대한 인식을 공유하여 검증제품의 사용과 원자력안전의 필요성을 강조하고자 한다.

2. 본론

원자력등급의 해파필터는 새로운 필터가 설계 또는 설계변경이 이루어지는 경우 해당 모델에 대한 승인 및 생산 작업 전에 검증시험이 수행되어야 한다. 시험은 제작사와 수요자와의 이해관계가 없는 독립적이고 공인된 필터시험기관에서 수행되고 인증되어야 하며, 각 크기별로 해파필터의 검증표본 11개를 동일한 재료, 장비 및 과정 등으로 제작하여 아래 그림 1에 따라 4개의 군으로 나누어 시험된다.

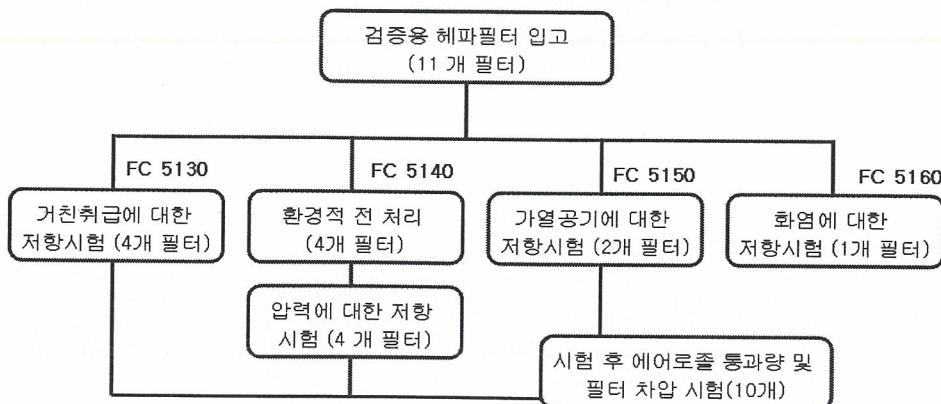


그림1. 원자력등급 해파필터의 검증시험 군(群) 및 검증시험의 종류

상기 검증시험을 위한 4개의 시험군은 원자력계통 사고 및 기타 재해 시 장착되어 운전 중인 원자력등급 폐파필터가 수행해야 할 최소한의 기능적 역할을 검증하기 위한 절차로서 표 1의 절차 및 기준에 따라 검증시험이 수행되어진다.

검증시험 구분	검증시험 절차	검증시험 기준	비고
가. 거친취급에 대한 저항 (4 개 1 세트)	MIL-STD-282의 105.10의 시험방법에 따라 거친취급기(rough handling machine)를 사용하여 19mm 진폭과 분당 200번의 진동으로 15분 동안 시험	시험이 종료된 후 육안적인 파괴 및 손상이 없어야 하며, 100% 및 20% 정격유량에서 초기차압과 최소포집효율(99.97 % 이상)이 유지될 것	운반, 취급, 충격 등 물리적 손상으로부터 폐파필터가 원형을 유지하여 제 기능을 수행할 수 있는지를 검증
나. 압력에 대한 저항 (4 개 1 세트)	온도 35±3℃, 상대습도 95±5%로 24시간 컨디셔닝된 필터를 압력시험기에서 10±0.2 in.wg의 압력차를 조성하여 1시간 동안 유지	시험이 종료된 후 15분 이내에 제품시험을 수행하여 20% 정격유량에서 최소 포집효율이 99.97 % 이상을 만족할 것	원자력 계통사고 시 100 % 포화된 고습조건에서 폐파필터가 높은 압력에 견딜 수 있는지를 내압 검증
다. 가열공기에 대한 저항 (2 개 1 세트)	시험 챔버에 필터를 장착 후 370±25℃로 가열된 시험유량으로 5분 이상 통과시킴	시험이 종료된 후 100%의 정격유량에서 최소 포집효율이 97% 이상일 것	화재사고 시 배기계통에 방출되는 고온의 공기 중 미립자를 여과할 수 있는지에 대한 내열 검증
라. 화염에 대한 저항 (1 개 1 세트)	파란색 불꽃 선단 온도를 955±25℃로 조성하고 측정된 불꽃 선단으로부터 2인치 거리에서 여재에 접촉하는 방식으로 5지점에 각기 약 5분간 화염을 방사	각 화염방사 지점에서 5분간 불꽃접촉 시험 수행 후 화염을 제거한 이후에 필터의 하류면에서 계속해서 불타는 곳이 없을 것(자가소화성아 있을 것)	화재사고 시 폐파필터가 연소되지 않고 내화 성능을 유지하는 지를 검증

표 1. 원자력등급 폐파필터의 검증시험 절차 및 기준

3. 결론

원자력등급 폐파필터는 기체상의 방사성 미립자를 제거하기 위한 최후의 보루로서 그 역할과 기능은 엄격히 관리되고 유지되어야 한다. 그러므로 일반 운전 조건 중에서 뿐만이 아닌 원자력 계통사고 시에도 제 역할을 충분히 수행해 낼 수 있는 필터를 제작하고 설치 운영하여야 한다.

모든 원자력 및 원자력이용시설의 원자력등급 폐파필터는 ASME AG-1(KEPIC-MH)의 기준에 따라 독립적이고 공인된 필터시험기관에서 검증시험을 수행하여 검증하여야 한다. 또한 검증시험을 통해 제작사의 설계능력과 제조능력이 입증된 모델에 한해 사용을 하여야 한다.

한편 검증된 제품모델이라 할지라도 검증모델과 동일한 설계, 재료, 제작방식으로 폐파필터가 반드시 제작이 되어야 하며, 일부 샘플링이 아닌 전수제품시험을 통하여 그 성능(최소포집효율, 초기차압)을 만족한 필터만을 사용하여 원자력 및 원자력이용시설의 방사성안전의 신뢰성과 건전성을 유지해야 할 것이다.