

DOP 대체물질을 이용한 고성능공기필터 현장누설시험

이형권, 서항석, 전용범, 민덕기, 권형문, 황용화
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
 nhkleel@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력분야 공기정화계통에 사용되는 고성능공기필터의 누설시험시약으로는 주로 DOP(dioctyl phthalate)를 사용하여 왔다. 그러나 DOP는 1980년도에 발암물질로 구분되어 취급, 관리 및 저장에 매우 주의를 요하게 되었다. 시험자들이 시험을 수행할 때 DOP 에어로졸이 비산되기 때문에 흡입 및 피부 흡수를 방지하기 위하여 반드시 방독면과 방호복을 착용해야한다. 또한 시험자들은 발암물질의 사용으로 인한 건강상태를 확인하기 위해 정기적으로 특수검진을 받아야 한다.^[1]

DOP시약이 발암물질로 규정된 이후, 발암물질이 함유되지 않은 시약을 개발하고자 하는 많은 연구가 이루어져 왔다. 미국 에너지성에서는 대체물질로서 PAO (polyalphaolefins)를 선정하였다.^[2] PAO시약은 점성계수에 따라 상품명으로 Emery 3004(4 cm³/s)와 Emery 3006(6 cm³/s)로 구분한다. 미국의 필터시험장비 생산 및 자문업체인 Nuclear Consulting Service Inc.에서는 Emery 3004와 Emery 3006을 가지고 ANSI/ASME N510에 규정된 에어로졸입자 크기, 입자크기에 대한 분포 실험, 에어로졸 발생능력 실험, 점화온도실험 및 액체에서 기체로 변환되는 양의 실험을 수행하였다.^[3] 그 결과 PAO시약은 액체에서 기체로 변환되는 양을 제외하고는 DOP 시약과 모든 결과가 거의 비슷하여 DOP시약의 대체물질임을 재확인하였다. 그러므로 국내에서도 대체물질을 사용함으로써 시험자들의 건강과 주변환경을 보호하고, 발암물질 취급에서 기인하는 정신적 불안감을 해소시키며, 그리고 PAO 시약에 대한 누설시험기술을 확보하기 위하여 고성능필터에 대한 누설시험을 수행하였다.

2. 시험 및 결과

미국 Westinghouse Hanford Co.에서는 PAO(Emery 3004)를 사용하여 수 백개의 필터를 시험하여 시약의 유효성을 입증하였다. 국내에서도 대체물질을 사용한 고성능필터의 누설시험기술을 확보하고 그 성능은 확인하기 위하여 5개의 고성능필터뱅크를 선정하여 각 3회씩 시험을 수행하였다. 표 1.은 누설시험시약 PAO(Emery 3004)를 사용하여 고성능필터에 대한 누설시험을 수행한 결과를 보여준다. 그 결과 필터뱅크 No. 1에서는 누설율이 0.004%, No. 2는 0.006%, No. 3은 0.003%, No. 4는 0.004%, No. 5는 0.01%로 나타남으로써 Regulatory guide 1.14 판정 기준인 0.05%를 만족하였다.

표 1. PAO를 사용한 고성능필터 현장누설시험 결과

뱅크 No.	상류측 농도(100 range)			하류측 농도(0.01 range)			누설율 (%)
	1회	2회	3회	1회	2회	3회	
1	45	53	50	18	20	20	0.004
2	65	57	48	24	22	19	0.006
3	54	52	58	20	21	22	0.003
4	62	68	60	26	28	26	0.004
5	58	62	60	33	35	35	0.01

최근까지 원자력분야에서 고성능필터누설시험 시약으로 DOP가 사용되어 왔으나 국내에서 대체물질인 PAO시약으로 고성능필터의 누설시험을 수행하여 그 유효성을 확인하였다. 앞으로 국내 원자력시설에서도 시험자의 건강과 주변환경을 보호하고 PAO시약에 대한 시험평가기술을 좀 더 확보하기 위하여 고성능필터에 대한 더 많은 실험이 뒷받침되어야 할 것이다.

3. 결론

고성능필터 대체 누설시험시약 PAO를 사용하여 누설시험을 수행하였다. 시험결과 누설율이 0.003 ~ 0.01%로서 US NRC Regulatory Guide 1.14 합격 기준인 0.05 % 이내를 만족한다는 것을 확인하였다. 지금까지 사용해왔던 DOP시약의 대체물질로 PAO를 사용할 경우, 시험자의 건강뿐만 아니라 주변 환경의 오염방지를 예방할 수 있는 이점이 있다. 따라서 향후 국내에서도 고성능필터의 누설시험시약으로 PAO가 인정받을 경우, 시험자가 발암물질 취급에서 오는 불안감을 해소하고, 발암물질 취급에 대한 훈련, 방독면과 방호복 착용, 시험장소의 DOP 잔류여부 모니터링, 그리고 출입금지 등의 부가적인 일이 감소되어 경제적 이득이 있을 것으로 예상된다.

4. 참고문헌

- 1) D. H. Steffen, C.K. Girres, "Emery 3004 as a Challenge Aerosol : Operational Experience at Westinghouse Hanford Company", Westinghouse Hanford Company(1992)
- 2) J. D. Baber, D.A. Gilles, "Emery 3004 as a Challenge Aerosol for HEPA Filter Testing", Energy Facility Contractors Group Conference San Francisco, Ca.(1994)
- 3) B. J. Kovach, et al, "Comparison of Emery 3004 and 3006 Characteristics with DOP for Possible use in HEPA Filter Leak Tests", 23rd DOE/NRC Nuclear Air Cleaning and Treatment Conference (1995)