방사능 에어필터의 성능현황

김 정 호
한국캠브리지필터(주)
공 장 장 (이 사)

1. 머리말

원자력 발전소내의 주요 구조물은 방사선 장애 방지 법령 등에 의거 내화구조와 불연재료로 규정되어 있다. 또한 원자력 시설 및 방사선 동위원소(Radioisotope) 시설 등의 급배기 계통의 공기의 오염을 방지토록 규정되어 있다. 원자력 산업의 발전에 수반하여 방사성 폐기물도 증가되므로 이의 효과적인 처리 방법도 규정되어 있다. 이렇게 규정이 제정되고 엄격히 적용되는 이유는 결국 지구환경 보존이 긴요하기 때문이다. 방사능용 에어필터는 원자력 시설 및 방사선 동위원소 시설 등의 급배기 계통의 오염된 공기를 효과적으로 정화시키기 위한 것이다. 방사능용 에어필터는 선진국의 각종 규격(MIL-F-51068D, 51068E, 51079C, MIL-STD-282, ASHRAE STD 52-76, IES-STD, TAPPI-T-411, 413, 494, ANSI-N509, 510, UL-586, 680, 900, JIS-Z-4812, DIN24-184, KS-B-7209, ASTM-B209, ACC Tentative Standard CS-IT. NBS 2831. France Pradela and Brion 등)을 참고하여 연구되었으며 본 연구를 통하여 성능 향상 기술을 정착시켜 강도 및 청정도가 만족되는 필터를 생산, 공급하는데 그 의의가 있다고 본다.

2. 사 양

방사능용 에어필터는 종류는 전처리 필터(PRE Filter), 중성능 필터(Medium Filter), 및 고성능 필터(HEPA)로 구분된다.

전처리 필터(PRE Filter)의 사양은 표 1과 같다.

3. 도 면

표준형 전처리 필터(PRE Filter), 중성능 필터(Medium Filter) 및 고성능 필터(HEPA Filter)의 도면은 그림 1, 2, 3과 같다.

표 1. 전처리 필터(PRE Filter)의 사양

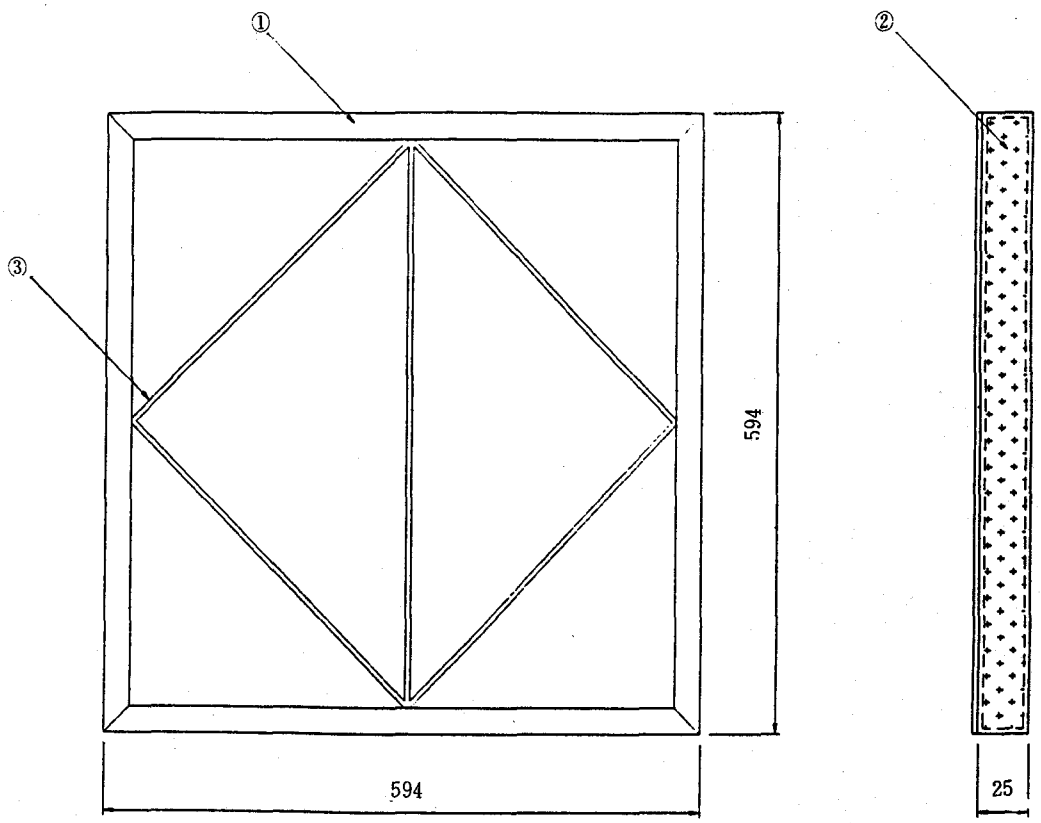
NO	항 목		사 양
1.	크기(㎜) ★ 표준치 (UNIT·BOX형)		높이(H) 305~610 / 폭(W) 305~610 / 깊이(D) 25~50
2.	풍속(V=m/sec)		2.5이하
3.	풍 량(CMM)		H W D 305 305 D : 14 610 610 D : 56
4.	압력손실(mmH_2O)		6이하
5.	효 율(%)		70~85 ★ 중량법 평균 포집효율
6.	중량(kg/매)		0.5~2.5이하
7.	최고 사용온도(℃)/ 최고 사용습도(RH%)		상온용 : 60이하 / 100이하 고온용 : 250이하 / 100이하
8.	자 재	여 과 재	부직포(상온용), Glass Fiber(상온용 및 고온용)
		기 밀 재	Synthetic Resin(상온용), 실리콘(고온용)
		가 스 켓	PVC, Neoprene(상온용), Glass Fiber(고온용)
		프 레 임	Galvanized Steel, Al, 강판, SUS

표 2. 중성능 필터(Medium Filter)의 사양

NO	항 목		사 양
1.	크기(mm) ★표준치 (UNIT·BOX형)		높이 305~610 / 폭 305~610 / 깊이 150~292
2.	풍속(V=m/sec)		2.5이하
3.	풍 량(CMM)		H W D 305 305 150 : 7 610 610 150 : 28 305 305 292 : 14 610 610 292 : 56
4.	압력손실(mmH_2O)		16.5이하
5.	효 율		55~60, 60~70, 80~90, 90~95 ★ ASHRAE 52-76
6.	중량(kg/매)		2.5~13이하
7.	최고 사용온도(℃)/ 최고 사용습도(RH%)		상온용 : 121이하/100이하 고온용 : 250이하/100이하
8.	자 재	여 과 재	Glass Fiber, Glass Fiber+Synthetic
		분 리 만	Al, Kraft Paper, 폴리프로필렌 합성지
		기 밀 재	Synthetic Resin(상온용), 실리콘(고온용)
		가 스 켓	PVC, Neoprene(상온용), Glass Fiber(고온용)
		프 레 임	Galvanized Steel, Al, 강판, SUS

표 3. 고성능 필터(HEPA Filter)의 사양

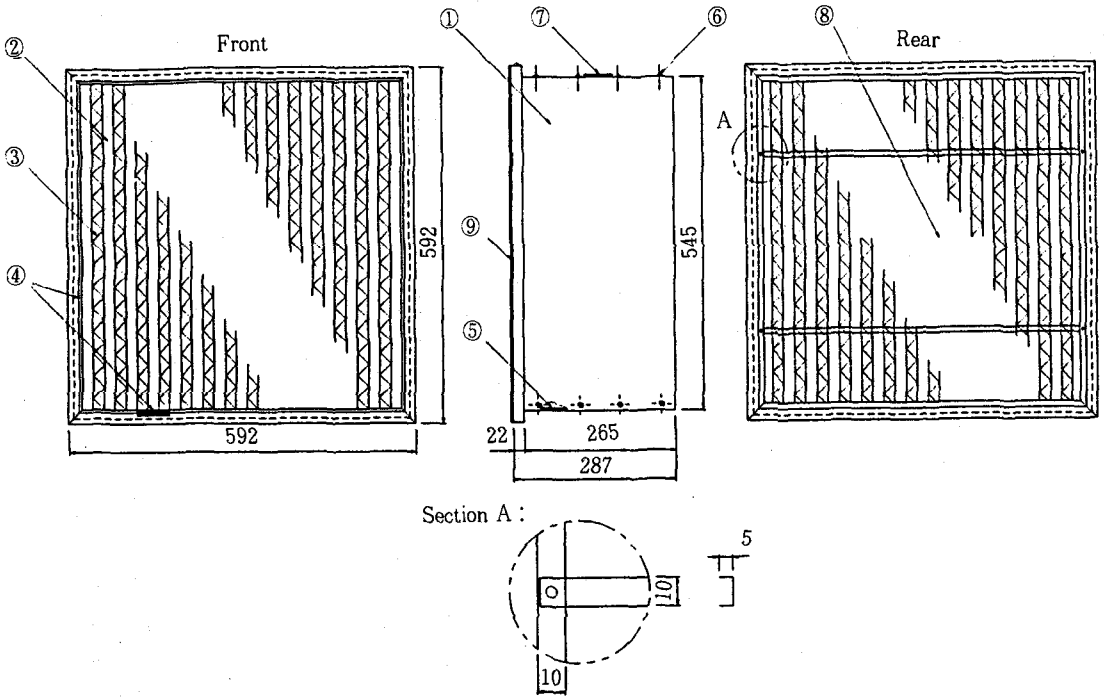
NO	항 목		사 양
1.	크기(㎜) ★표준치 (UNIT·BOX형)		높이(H) 305~610 / 폭(W) 305~610 / 깊이(D) 150~292
2.	풍속(V=m/sec)		0.84~2.24
3.	풍 량(CMM)		H / W / D 305 / 305 / 150 : 4.5 610 / 610 / 150 : 18 610 / 610 / 150 : 28 305 / 305 / 292 : 8 610 / 610 / 292 : 32 610 / 610 / 292 : 50
4.	압력손실(mmH_2O)		25.4이하
5.	효 율(%)		99.97 ~ 99.99 ★ MIL-STD-282 및 Edgewood Arsenal의 Q-107 : DOP Tester ★ 계수법
6.	중량(kg/매)		3~17.5이하
7.	최고 사용온도(℃)/ 최고 사용습도(RH%)		상 온 용 : 121이하/100이하 준고온용 : 150이하/100이하 고 온 용 : 250이하/100이하 초고온용 : 350이하/100이하
8.	자 재	여 과 재	Glass Fiber+Acrylic Resin : 일반용 및 준고온용 Glass Fiber+특수 Binder : 고온용 Glass Fiber+특수 Binder+Laminate Cover : 초고온용
		분 리 판	Al, KRAFT PAPER, 폴리프로필렌 합성지
		기 밀 재	우레탄(상온용), 실리콘(준고온용), 세라믹(고온용 및 초고온용)
		가 스 켓	Neoprene 스폰지(상온용), 실리콘(준고온용), Glass Fiber(고온용 및 초고온용)
		프 레 임	난연성 합판(상온용), Al(상온용), SUS(고온용, 초고온용) Galvanized Steel(상온용, 준고온용), 강판(상온용, 준고온용)



UNIT : mm

3	Support	Steel	1 EA	
2	Media	난연부직포		
1	Frame	Al	4 EA	
품 번	품 명	재 질	수 량	비 고

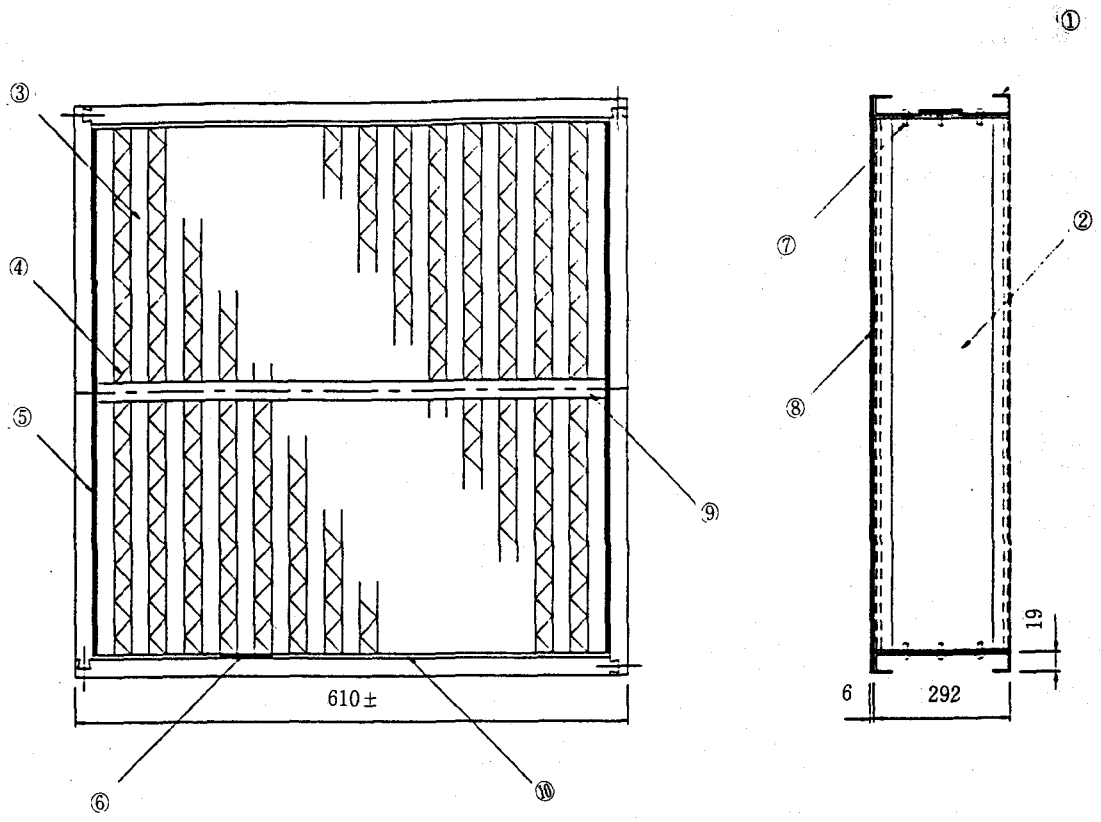
그림 1 표준형 전처리 필터(PRE Filter)의 구조도



UNIT : mm

9	Gasket	Neoprene	8 EA	3.0t
8	Support	Gal. Steel	2 EA	0.5t
7	Level	Paper	1 EA	
6	Rivet	Al	22 EA	4ϕ
5	Mat	Glass Fiber	2 EA	
4	Sealant	Chloroprene		
3	Separator	Al		
2	Media	Glass Fiber		
1	Frame	Gal. Steel	4 EA	0.5t
품 번	품 명	재 질	수 량	비 고

그림 2 중성능 필터(Medium Filter)의 구조도



UNIT : mm

10	Mat	Neoprene	8 EA	
9	Support Bar	Spoc	1 EA	
8	Gasket	Neoprene	4 EA	
7	BIS. NUT	Paper	1 EA	
6	Sealer	Urethane	22 EA	
5	Sealer	Sony Bond	2 EA	
4	Separator	Al		Epoxy Coating
3	Media	Glass Fiber		
2	Side Frame	Spoc	2 EA	1.6t
1	End Frame	Spoc	2 EA	1.6t
품 번	품 명	재 질	수 량	비 고

그림 3 고성능 필터(HEPA Filter)의 구조도

4. 설계기준

4.1 풍량의 설계기준

필터 설계의 예로서 풍량을 설계할려면 아래의 조건이 검토되어야 한다.

① 필터의 외형 크기(H×W×Dmm)

② 필터면의 150mm하의 풍속(m/sec)(크린룸에서는 300mm하의 풍속)

③ 천장에 설치되어 있는 MOLD BAR의 DEAD-ZONE의 면적율 등이 정립되어야 한다.

이상의 조건이 결정되면,

$$\frac{H_{mm}}{100}\times\frac{W_{mm}}{100}\times \text{풍속(m/sec)}\times\left(1+\frac{\text{DEAD-ZONE율}}{100}\right)\times 60=\text{풍량(CMM)}$$

의 식이 결정된다.

4.2 압력손실의 설계기준

필터 설계의 예로서 압손을 설계할려면 아래의 조건이 검토되어야 한다.

① 여재의 접어 넣는 깊이의 크기(mm)

② 여재와 여재사이의 간격(mm)

③ 필터 프레임 두께 크기에 따른 구조저항(mmAq)

④ 여재 자체의 고유저항{풍속 : 5.33cm/sec시, 여재면적(100cm²)당 압력손실(mmH₂O)}

이상의 조건이 결정되면 필터의 압력손실은

여재 자체의 고유저항(mmAq)+각종 구조저항(No. ①+②+③)
=필터의 압력손실(mmAq) 식이 결정된다.

분리판(Separator)이 있는 필터는 분리판이 여재에 접촉되어 여재의 유효면적이 감소되므로 필터의 압력손실이 높아지게 된다. 먼저 여재 자체의 정압손실을 검정한다.

여재가 받는 힘과 여재의 압력손실의 Balance에 따라 다음 식이 성립된다.

$$\Delta P\cdot Vs\cdot A=F\cdot \ell\cdot Vo\cdot A\cdot L \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{A)식}$$

여기서 $Vs=Vo\cdot(1-a)$

Vs : 면속

ℓ : 纖維全長

Vo : 여과속도

L : Media Thickness

a : 충진율

A : Air Flow Area

$F=CD\cdot df\cdot \rho\cdot Vs^2/2g$

CD : 여과농도 df : 섬유경

ρ : 공기밀도 g : 980cm²/sec

Kozeny-Carman식에 따라

$$CD=\frac{8\pi k}{Re}\cdot\frac{a}{(1-a)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{식 B}$$

$Re=\{df\cdot Vs\cdot \rho\}/\mu$

μ : 공기점도

k : 실험치

위의 식을 식 C에 대입하여 정리하면

$$E=1-\exp\left(-\frac{4}{\pi}\cdot\frac{a}{1-a}\cdot\frac{L}{df}\cdot Nf\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{식 C}$$

E : 포집효율

Nf : 단일섬유 포집효율

$$\Delta P = 16k\left(\frac{a}{1-a}\right)^2\left(\frac{\mu \cdot Vs \cdot L}{df \cdot g}\right)$$

k : 실험치 Data표

a	k
0.2	5.23
0.1	7.24
0.05	10.8
0.02	19.2

실제로 어떤 초고성능 필터의 예를 들면

$a = 0.05(k = 10.8)$
$L = 0.04cm$
$df = 0.05\mu m = 5 \times 10^{-5}cm$
$g = 980cm/sec^2$
$\mu = 1.8 \times 10^{-4} g/cm \cdot sec$
$Vs = 5.3cm/sec$의 Filter는

$$\Delta P = 16 \times 10.8\left(\frac{0.05}{1-0.05}\right)^2 \left(\frac{1.8 \times 10^{-4} \times 5.3 \times 0.04}{(5 \times 10)^{-5})^2 \times 980}\right)$$

$\Delta P = 7.46(g/cm^2) = 74.6(mmAq)$이다.

이 수치는 실제로 측정한 값보다 높은 값이 되지만 이것은 섬유에 직각으로 균일한 충진을 가정하고 있기때문이다.

여재의 선정은 특히 여재 자체의 정압손실을 고려하여 선정하여야하며 또한 여재의 경도가 매우 중요하다. 여재의 경도가 약하면 설계풍속 이상의 풍속이 걸렸을때 여재가 찌그러지고 여재가 휘어지는 현상이 발생하게 된다. 종방향 경도가 최하 900mg 이상이 되어야한다. 또한 여재의 발수성도 필터의 압력손실에 영향을 주게된다. 발수성이 약하면 습기의 영향으로 압력손실이 증가하게 된다. 발수성은 최하 508mmH_2O 이상이 되어야한다. 통상 필터의 처리풍량과 압력손실 관계식은 다음과 같다.

$\Delta P = aQ^2 + bQ + c$

aQ^2 : 구조저항(각종 구조물의 저항)
bQ : 여재저항(Media 및 섬유의 저항)
c : 통상 ZERO 임
ΔP : 필터의 압력손실
Q : 필터의 처리풍량

여기서,

$aQ^2 > bQ$ = 구조저항 > 여재저항

Pre Filter는 여재저항에 비하여 구조저항이 매우 크므로 구조저항이 Filter의 압력손실을 좌우한다. 따라서 $\Delta P = aQ^2$으로 표기된다.

또한 $aQ^2 < bQ$ = 구조저항 < 여재저항

HEPA Filter는 구조저항에 비하여 여재저항이 매우 크므로 여재저항이 Filter의 압력손실을 좌우한다. 따라서 $\Delta P = bQ$로 표기된다.

이상의 이유에 따라 $\Delta P = aQ^b$로 표기되고 b의 수치가 다음의 등호로 표기된다.

1 < HEPA의 b < Pre Filter의 b < 2

이상의 검정 결과를 종합하여 b의 값을 결정하였다.

$$\Delta P = aQ^b$$

구분 / 필터종류	b	비 고
ULPA	1.064	☆ 2차 회귀계산에 의거 $r^2=1$이 된다
HEPA	1.05	r^2= 회귀계수

다. 여재 소요면적의 설계기준

여재면적 디자인은 풍량(풍속), 압력손실, 입자 크기별 요구효율 등에 의거 결정된다.

$Am = (Qf \times \Delta Pm)/(\Delta Pf \times Vm)$

Am : 여재의 이상치 소요면적(m^2)

Qf : 필터의 풍량(m^3/min)

ΔPm : 여재의 압력손실(mmAq)

ΔPf : 필터의 압력손실(mmAq)

Vm : 여재의 표준 풍량(풍속)(320㎝/min)

$Tm = Am + Sm$

Tm : 여재의 이상치 소요면적과 필터의 각종 구조저항을 보상하는 여재의 소요면적

Sm : 필터의 각종 구조저항(프레임, Space 등)을 보상한 안전율 소요면적(m^2)

5. 성능 시험 및 평가

방사능용 에어필터는 안전도가 매우 중요하므로 재료 및 필터의 성능 시험 및 평가는 규정에 의거 엄격히 시행되어 합격되어야 한다. 다음의 표 4는 재료의 성능 및 평가를 규정하고 있다.

필터의 재료중 여과재가 안전도 및 포집효율에 매우 중요하므로 여과재의 성능 시험 및 평가 기준을 다음 표 5에서 별도 규정 한다.

필터의 성능 시험 및 평가 기준은 다음 표 6과 같다.

필터의 안전성 보증을 위하여 MIL 및 JIS 규격에 의거 표 7과 같이 필터의 가혹 시험을 실시한다.

또한 고온 및 불꽃시험에 의하여 smoke density, Flame extension, spark, 점상에 대한 내열성 및 열풍에 대한 저항성이 UL900 : Class1,2 및 UL586규격의 한계치를 초과하는 문제이다. 이의 대책은 필터의 제작에 소용되는 각종자재가 내열성(371±27℃ 이상), 내염성9불꽃을 필터면에서 2 Inch의 거리에서 5분간 태운후 불꽃에 탄 자국이 없어야 한다.) 이를 위하여 먼저 여재내의 접착제 함유량이 5%이하로 개선되어야 한다. 또한 접착제는 내열성 및 내염성이 있는 것으로 개선되어야 한다. End-sealing용 접착제는 고온용 접착제(실리콘계역, 세라믹계열등)으로 개선되어야 한다. Mini-Pleat 필터의 Sepaceing용 Hot-Melt도 고온용 Hot-Melt (polyamide 계열)로 개선되어야 한다. Separator도 내열성(알루미늄, 스텐레스등)으로 개선되어야 한다.

다음 표 8은 UL900 및 UL586의 시험기준치를 나타내고 있다.

표 4. 재료의 성능 및 평가 기준

항 목	JIS-Z-4812	MIL-F-51068E	ANSI-N-509	UL-586	비 고
여과재	◎ 정상적인 사용의 경우 2~3년동안 사용가능한 내구성이 있어야 한다.	◎ MIL-F-51079C 에 기준한다.	◎ MIL-F-51079C 에 기준한다.	◎ Glass 섬유 ◎ Glass ◎ 아스베스트 섬유	
프레임	◎ Plywood : 19+1.0, -1.5㎜	◎ 바닷물에 침적한 Plywood ◎ 외장용(Exterior) Plywood ◎ 목재 Particle Board ◎ 알루미늄 합금 ◎ 냉간 압연 강판 ◎ 크롬도금 처리 강판 ◎ 스텐레스판	◎ MIL-F-51068E 에 기준한다.	◎ 난연성 합판 ◎ 금속판 또는 무적섬유	◎ DIN24-184 규격에 의거 클램프로 압력을 가하여 설치시 2.35kg/㎠ 이상의 압력을 가하여 설치하여도 필터의 외관변형으로 인하여 필터의 성능에는 변화가 없어야 한다.
분리판	◎ 여과재를 보강하기 위하여 사용한다. ◎ 특별한 규정이 없다.	◎ 알루미늄 ◎ 아스베스트	◎ MIL-F-51068E 에 기준한다.	◎ 특별한 규정이 없다.	
기밀재	◎ 특별한 규정이 없다.	◎ 자기 소화성이 있어야 한다.	◎ MIL-F-51068E 에 기준한다.	◎ 특별한 규정이 없다.	
가스켓	◎ 폭 : 19±1㎜ ◎ 두께 : 6±1㎜	◎ 폭 : 19±0.8㎜ ◎ 두께 : 6.4±0.8㎜ ◎ 연질콜크고무합성품 ◎ 판형, 성형, 셀형 고무 ◎ 네오프렌 스폰지	◎ MIL-F-51068E 에 기준한다.	◎ 특별한 규정이 없다.	

표 5. MIL-F-51079C의 여과재 성능 및 평가

규 격 번 호		MIL-F-51079B	MIL-F-51079C	비 고
발행년월일		29/3/1974	4/3/1980	
DOP 투과율		0.03%이하(320㎝/min)		◎ Q-127
압 력 손 실		40mmH_2O이하(320㎝/min)		◎ Q-127
인장 강도	종방향	2.5 lb/inch이상		◎ TAPPI-T-494
	횡방향	2.5 lb/inch이상	2.0 lb/inch이상	
	신장율	1.0%이상	0.5%이상	
	내열성	0.75 lb/inch이상 : 종방향(800+50°F)	0.6 lb/inch이상 : 횡방향(700+50°F)	
	내γ선	1.0 lb/inch이상 : 종+횡방향 ($8\times10^7\sim1\times10^8$rads)	1.0 lb/inch 이상 : 종+횡방향 ($6\times10^7\sim6.5\times10^7$rads)	
	내수성	1.25 lb/inch이상 : 종방향	1.0 lb/inch이상 : 횡방향	
발수성	상 태	20inchH_2O이상	ave. 20inch H_2O이상 min. 20inch H_2O이상	◎ Q-101
	내γ선	6inchH_2O이상 ($8\times10^7\sim1\times10^8$rads)	ave. 6inch H_2O이상 min. 5inch H_2O이상 ($6\times10^7\sim6.5\times10^7$rads)	
두 께		0.015~0.04inch		◎ TAPPI-T-411
가연물량		5%이하	7%이하	◎ TAPPI-T-413
pH치		6~8	규정없음	
환경폭로시험		규정 없음	◎ 극한대 : -65°F ◎ 열대 : 113°F, 88%RH ◎ 사막지대 : 160°F, 10%RH ◎ 사이클 시험	
여재 절곡후 인장 강도		◎ 주름이 잡히는 특성이 있고 ◎ 유연성의 특성이 있어야 함	◎ 유연성의 특성이 있어야 함.	

표 6. 필터의 성능시험 및 평가기준

항 목	JIS-Z-4812	MIL-F-51068E	ANSI-N-509	UL-586	비 고
정격유량	HWD(㎜) 610×610×150 : 17CMM	H W D(inch) 24×24×11.5 : 28.3CMM (1,000CFM)	H W D(inch) 24×24×11.5 : 28.3CMM (1,000CFM)	H W D(㎜) 24×24×11.5 : 28.3CMM (1,000CFM)	
포집효율 0.3㎛ DOP TEST	정격유량에서 99.97 % 이상	정격유량 및 20%의 정격유량에서 99.97 % 이상	AACC CS-1 PAR. 4.9 또는 MIL-F-51068E 기준	정격유량에서 99.95 % 이상	◎ ASHRAE 52-76(PRE FILTER 및 MEDIUM FILTER) ◎ 비색법 시험 : (MEDIUM FILTER)
압력손실	정격유량에서 25㎜ H_2O 이하	정격유량에서 25㎜ H_2O 이하	MIL - F - 51068E 기준	정격유량에서 25.4 ㎜H_2O 이하	
압력변형 저 항	압력손실 시험후압력손실 25.0㎜H_2O까지 유량을증가시켜도 필터의 파손 또는 변형이 없고 포집효율 시험에 합격하여야 함	온도35±3℃ 상대습도 95±5% 조건에서압력손실 25.4㎜ H_2O까지 유량을 증가시켜 1시간 유지시킨후 포집효율 시험에 합격하여야 함 (20% 유량에서도 99.97% 이상)	MIL - F - 51068E 기준	규정없음	
POINT 내 염 성 시 험	규정없음	UL-586 기준	UL-586 기준	정격유량을 보내면서 상류측에 벤숀버너로 불꽃을 5분간 쬔후 불에 의한 자국이 없어야 함	
열 풍 에 대 한 저항시험	없 음	온도 371±10℃의 열풍을 정격유량으로 5분간 통풍시킨후 포집효율 시험에 합격하여야 함	MIL - F - 51068E 기준	온도 371±27℃의 정격유량의 40%유량을 5분간 통풍시킨후 포집효율시험에 합격하여야 함	
기 타	기밀 시험 실시	폭로 시험 실시	MIL - F - 51068E 기준	내습도 시험 저온도 시험 실시	

표 7. 필터의 가혹시험 기준 및 실시 결과

시험항목	시 험 조 건	DOP투과율 및 외관변화	시 험 결 과 HEPA-(A)형		시 험 결 과 HEPA-(B)형	
			DOP투과율	외관검사	DOP투과율	외관검사
내 열	125±5℃	0.03%이하 외관 이상무	0.004~ 0.012%	이상없음	0.03%에서 변화없음	이상없음
내 압	250㎜H_2O, 1시간	〃	0.003~ 0.012%	〃	〃	〃
진 동	진폭 : 19±3.2㎜ 진동수 : 200회/분	〃	0.004~ 0.010%	〃	〃	〃
내 수	Water Spray, 1시간	〃	0.004~ 0.014%	〃	〃	〃

표 8. UL900 및 UL586 시험 기준

NO	규 격	시 험 방 법	합 격 기 준	비 고
1	UL 900	① 불꽃으로 필터면을 3분간 태워 Somke Density 측정 ② 상기의 방법으로 Flame Extension 측정 ③ 강기의 방법으로spark 측정	① Class1 : 2.5 Square inch이하. Class2 : 2.9 Squae inch 이하 ② Class1, 2 : 9 ft 이하 ③ Class1, 2 : 25이하	
2	UL 586	① 필터면에서 1인치의 이격거리를 두고 불꽃으로 5분간 태운다. ② 371±27℃의 열풍을 정격유량의 40%이상으로 5분간 통풍 후 시힌 다음 포집효율을 측정	① 불꽃에 의해 탄자국 또는 변화된 자국이 없어야 한다. ② 정격유량의 97%이상으로 포집효율을 측정하여 합격 하여야 한다.	

6. 맺음말

방사능용 에어필터의 설계기술은 무엇보다 안전성을 고려하여 설계하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 선진국의 각종 필터의 설계 기술 및 안전 규격을 미리 이해하고 설계하여야 한다. 클린룸용이나 일반 공조기용의 필터는 압력변형 저항시험, Point 내염성시험, 열풍 저항 시험 및 가혹 시험 등은 제외됨을 알수 있다.

원자력 시설 등의 배기계에 설치되는 필터는 특히 방사성 동위 원소(Radioisotope)를 제거하므로 반드시 기밀 시험 및 포집효율 시험에 합격되어야 한다. 안전 사고를 미연에 방지하기 위하여 필터의 강도 시험(압력 변형 저항 시험 및 가혹 시험 등)은 매우 중요하다.

- 참고 문헌 -

1. MIL-STD-282 : 1956
2. MIL-F-51068E : 1981. 2. 6
3. MIL-F-51079C : 1980. 3. 4
4. ASHRAE STD 52-76 : 1976
5. Air Filter Manual : 한국캠브리지필터(주), 1991. 8
6. Air Filter Manual : 일본캠브리지필터(주), 소화 61.11
7. 저압손 Air Filter 제조 기술 개발 : 1993. 11.30(상공자원부 공기반 과제 최종 보고서)
8. 원전용 필터 사양 : 한전 자재 사양(고리, 울진, 영광) : 1987~1993
9. Building Materials 1996 : Contains Listings and Classifications in Effect as of December 15. 1995 Uderwriters Laboratories Inc.

투고 환영

계간 「공기청정기술」지는 클린룸 업계의 발전을 위하여 보다 많은 클린룸 관련 기술자 여러분의 투고를 기다리고 있습니다.

각종 기술자료를 보내주시면 엄선하여 본 연구조합 기술지에 게재하여 드리고 소정의 고료를 보내드리겠습니다. 또한 본 기술지는 95년도부터는 "업계동정"란을 신설하여 업계의 단신을 수시로 접수, 게재코저하오니 우리 모두의 업계를 가꾼다는 마음으로 사소한 소식이라도 송부하여 주시기 바랍니다.