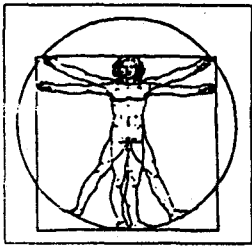


## 활성탄 필터(ACTIVATED CHARCOAL FILTER)



(주) 천 호 기 계  
부장 신 등 업

### 1. 개 요

일반산업 분야나 대기 오염중의 대부분은 입자상 분진이며, 이러한 오염 물질은 전치 필터, 고성능 에어 필터에 의하여 대부분 여과된다. 그러나 대기중에 가스상의 분진이나 작업장의 특성에 따른 가스상의 오염, 공공장소나 사무실, 주택내의 인체로부터 발생하는 냄새 등의 여과를 위해서는 활성탄 필터가 효과적이다.

특히나 원자력 발전소등의 방사능 사용시설에서의 방사능의 외부 누출을 방지하기 위한 장치로서 활성탄 필터는 절대적인 필요성을 갖고 있다.

현대와 같이 에너지의 수요 증대에 따른 원자력 발전소의 증축으로 방사능의 외부 누출 가능성의 증대와 이를 막기위한 방사능 차폐장치의 필요성과, 산업화의 과정에서 발생될 수 밖에 없는 공업단지로 부터의 악취의 제거를 위해서 선진 제국에서는 일찌기 활성탄 및 활성탄 필터가 개발되어 생산 판매되고 있다.

원자력 분야인 가압수형 원자력 발전소의 격납용기 및 원자로 보조건물에는 여러가지 주요기기나 1차계통 보조기기류와 같은 방사성 물질을 포함하는 기기가 설치되어 있다. 이러한 건물에는 전치필터(Prefilter) 고성능 에어 필터(HEPA Filter)에 의하여 외기를 청정시킨 후 필요한 곳에 공급하는 한편, 건물내의 공기를외부로

방출하는 경우, 방사능을 함유한 입자상 물질은 전치필터나 고성능 에어 필터를 통하여 거의 완전히 제거되나 요오드를 주체로 한 방사성 기체는 이러한 필터에 의해서도 제거되지 않기 때문에 이러한 방사성 물질의 대기방출을 방지하기 위하여 활성탄 필터에 의한 공기여과법이 사용된다.

격납용기내의 환기설비는 안전방호설비의 하나로서, 용기내의 공기나 증기 혼합체를 순환 통기시켜 방사성물질을 흡착 제거하는 중요한 작용을 하는 원자로용 필터로 구성되어 있다.

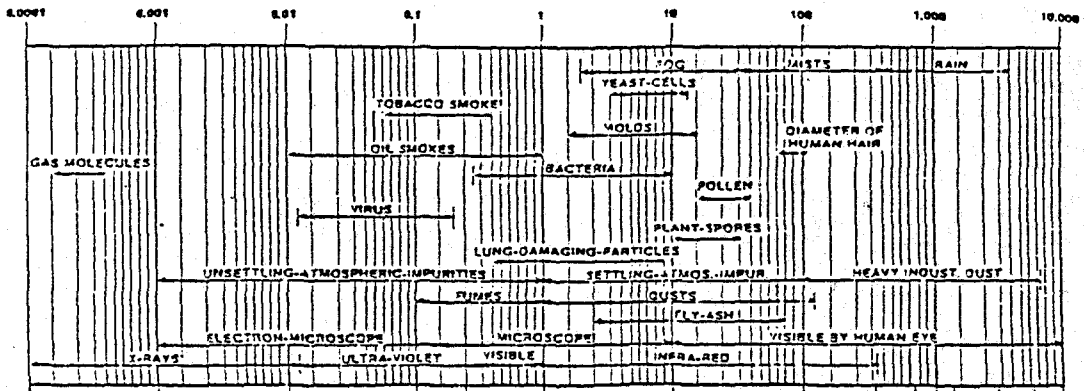
## 2. 활성탄 필터의 사용용도

생활환경이나 각종 작업 환경의 공기오염 성분은 먼지, 매연, 박테리아, 냄새를 함유한 유해가스 등 매우 다양하다. 표 1에 공기중에 존재하는 오염성분의 크기를 나타

내고 있으며, 여기에서 보면 가스분자의 크기는 0.0002-0.005  $\mu\text{m}$ 정도가 되어 고성능 에어 필터로도 제거할 수 없으므로, 이러한 유해가스 오염성분의 제거가 최근에 와서 당면한 과제로 등장하고 있다.

종래의 공기조화는 온·습도의 조절과 분진의 제거를 주로 수행하였으나, 원자력 발전소의 방사능을 함유한 배기가스 등 유해가스에 의한 대기오염의 심화, 생활공간의 밀폐화 등에 따라 흡입 공기나 순환공기중의 악취, 유해 가스성분의 제거가 중요시 되어 이러한 용도에 활성탄 필터를 사용하고 있다. 방사능을 취급하는 시설은 소형 원자로를 사용하는 연구소와 대형원자로를 사용하는 원자력 발전소로 대별되며 소형원자로의 경우는 방사능 물질이 누출되었을 때 밀폐용기내에 단순히 내장하는 방식이 사용되지만, 대형원자로인 경우는 대기와의 접촉이 반드시 수반되기 때문에,

표 1. 공기중의 오염성분의 크기 비교



방사능의 대기오염을 방지하기 위해서는 고성능 에어필터, 활성탄 필터, 전치필터와의 조합으로 방사능 제거 여과시스템을 구성하며, 오염 가스내의 수분의 제거로 고성능 에어 필터의 보호와 활성탄 필터의 성능 저하를 막기 위한 디미스터의 설치도 바람직하다.

### 3. 활성탄 필터의 조건

활성탄은 비교적 저분자의것부터 고분자의것까지 다종다양한 가스성분에 대해서 물리흡착 또는 화학흡착에 의한 폭 넓은 제거능력을 가지며, 가스의 농도가 대단히 희박한 경우에도 유용하다.

활성탄 필터를 사용하여 오염 가스성분을 제거하는 경우, 공기조화의 다른 기능에 전

혀 영향을 주지 않으며, 유지관리가 용이하다.

또한 활성탄 필터는 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

- ① 구조가 간단하고 튼튼할 것
- ② 대량의 공기를 여과할 수 있을 것
- ③ 충분한 강도를 가질 것
- ④ 활성탄 층의 두께가 균일하게 유지될 수 있는 구조일 것
- ⑤ 통기저항이 작을 것
- ⑥ 취급이나 교환이 용이할 것
- ⑦ 내식성이 있을 것

### 4. 활성탄 필터의 종류

활성탄 필터를 형상에 따라 분류하면, 판형 (Panel Type) 과 흡수 관형으로 대별

표. 2 활성탄의 종류별 적용용도

1. Activated Carbon	Organic vapors (i.e., CCl <sub>4</sub> , CS <sub>2</sub> , COH)
2. Impregnated activated carbon	Acid gases, Ammonia, Mercury, Thylene, Arsenic, Stibium, Ammonia Cyanogen Chloride, Hydrogen Cyanide, Carbonyl Chloride, Phosgene and other war gases, Formaldehyde and Radioiodines, Amines
3. Activated Alumina Impregnated with potassium permanganate	Mercaptans, organic acids, olefins and acid gases.

되며 판형은 사진 1, 2와 같이 평판형, 지그재그형 사진 3과 같은 판형의 3종류가 있다. 활성탄 필터는 용도에 따라 적용하는 활성탄의 종류와 형상이 다르다. 표 2에 활성탄의 종류별 적용 용도를 나타내고 있다.

② V형 조립법

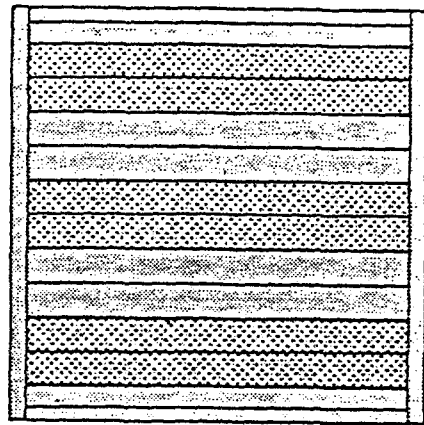
이 방법은 이용하려는 공간에 폭의 제한이 있을 때 최소의 각도로 배열한 것을 각 유닛에 조립한 것으로 공간의 절약이 잇점이다.

5. 활성탄 필터의 종류에 따른 조립법

활성탄 필터는 처리되는 공기량에 의해서 그 사용수를 결정하며, 필터의 종류와 설치 공간에 의해서 그 설치방법이 고려되고 있으며, 일반적으로 다음과 같은 방법이 있다.

① 평면조립법

덕트내의 필요한 곳에 지지틀(housing)을 사용하여 조립하며, 보통 수평, 수직 방향 모두 가능하다.



Front View  
(Upstream)

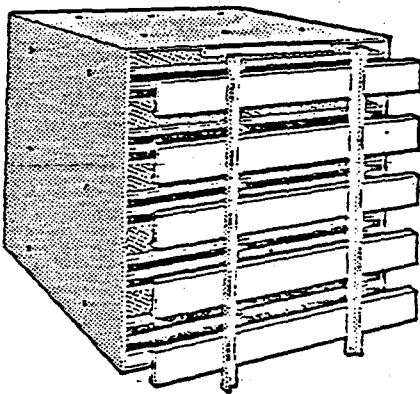
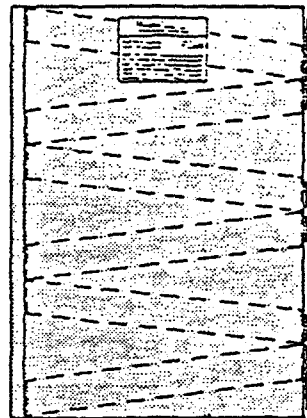


사진 1. 평면 조립법



Side View

사진 2. V형 조립법

③ 흡수관형 조립법  
이 형은 설치공간이 부정형이 되거나 제한되어 있는 경우 오염도에 따라 필터의 필요갯수를 콤팩트하게 설치할 수 있는 것

점이 있다. 즉, 구멍이 뚫린 설치용 판을 사용 다수의 유닛을 설치하는데 활성탄층에 오염공기를 균일하게 저속으로 통과하게 하는 장점이 있다.

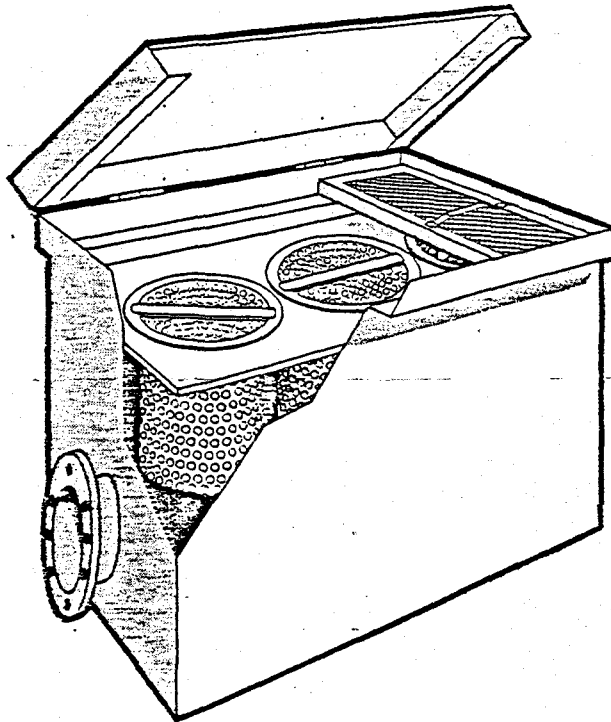


사진 3. 흡수관형 조립법

### 6. 활성탄 필터의 교환시기

활성탄 필터는 HEPA, ULPA 필터와 달라 사용시간이 지나면 지날수록 방사능 제거 성능이 저하된다.

때문에 새로운 필터로의 교환시기를 예측하는 것은 매우 중요하다. 이에 대한 대책으로 시험편 (Test element) 를 사용

한다.

즉, 활성탄 필터에 조립을 자유롭게 할 수 있도록 설계, 제작하여 덕트내에 활성탄 필터와 동일한 조건으로 오염공기와 직접 접촉되게 설치하고 필터 사용중 정기적으로 떼어내어 현장성능시험을 실시하고 있다.

**7. 활성탄의 종류**

활성탄은 탄소를 주성분으로 하는 다공질체의 총칭으로서 원료, 부활방법, 형상, 용도에 따라 다음과 같이 분류된다.

(1) 원료에 따라

- ① 목질계 : 목재, 톱밥, 야자수 열매
- ② 석탄계 : 이탄, 아탄, 갈탄, 역청탄
- ③ 기 타 : 석유피치, 합성수지, 각종 유기질 폐기물

(2) 부활방법에 따라

- ① 약품부활 : 염화아연, 유산염, 인산
- ② 가스부활 : 수증기, 탄산가스, 공기
- ③ 기 타 : 약품과 수증기의 병용

(3) 형상에 따라

- ① 분말탄 : 200 Mesh이하
- ② 입상탄 : 성형탄, 파쇄탄 4-200 Mesh

(4) 용도에 따라

- ① 기체용 : 용제회수, 탈황, 탈취, 색

채용

- ② 액상용 : 의약, 공업약품, 양조, 정수, 정당

- ③ 기 타 : 촉매, 첨가물

**8. 활성탄의 세공 구조**

경수형 원자로의 사고시, 배기중의 요오드 포집을 위해 활성탄 필터가 설치되어 있다. 활성탄은 고도로 발달된 세공구조로 다른 물질에서 볼 수 없는 대단한 흡착성을 갖고 있어서 전체 요오드에 대해서 충분히 좋은 포집성능을 갖고 있다. 활성탄은 침착제를 함침시킨 것은 요오드 원소, 요오드 무기화합물, 또는 요오드화메틸과 반응이 매우 쉬우며 유기성 요오드 화합물에 대해서도 고온·고습의 분위기를 제외하면 상당히 좋은 포집성능을 가지고 있다(표 3).

**표. 3 세공구분에 따른 활성탄의 비표면적과 세공용적**

세 공 구 분	평균세공직경 (Å)	세공용적 (ml/g)	비표면적 (m <sup>2</sup> /g)
Micro Pore	10 - 100	0.25 - 0.6	700 - 1400
Transitional Pore	100 - 2000	0.02 - 0.2	1 - 200
Macro Pore	2000 - 100000	0.2 - 0.5	0.5 - 2

**9. 활성탄의 평가 방법**

활성탄의 구조, 성질등 기본적 평가를 가지고 실용상의 적용성을 판단한다는 것은

흡착메카니즘의 복잡함과, 실용대상의 고유한 조건 때문에 매우 어려운 점이 있다. 특히, 표면상에 나타나지 않는 조건의 차이에 따라 영향을 받을 수 있다. 활성탄의 성

능을 사전에 결정할 수 있는 만능 시험법은 없으며, 실용시험을 행한 후에야 성능 평가가 가능하다.

따라서, 활성탄 고유의 평가는 불편한 것

이 많아 일반적인 평가를 실시하는 것이 보통이다. 입상 활성탄을 평가하는 항목은 표 4와 같으며, 일반적인 물성과 성능 특성 및 여과장치의 설계조건에 의한 성능과의 관계는 표 5와 같다.

표. 4 입상활성탄의 평가항목

분 류	평 가 항 목
일 반 성 상	입형, 입도, 경도, 부피밀도( 비중 ), 외관밀도, 세공용적( 기공 윌 ), 표면적, 평균세공경, 세공분포, 비열
순 도	수분, pH, 수 가용분, 산 가용분, 회분
흡 착 력	평형흡착율, 파괴흡착율, 탈색흡착율

표. 5 활성탄 물성, 성능 특성의 장치설계조건과의 관계

활성탄의 물성	활성탄의 성능 특성	장치 설계조건과의 관계
입 자 형 성	초기압손실	송풍기 능력
입 도 분 포	장기사용시의 압손실	〃
입 자 경 도		필터 수명
충 진 밀 도	압력 손실	필터의 크기, 송풍기 능력
세 공 특 성	흡착 성능	가스제거 효율, 필터수명( 흡착용량 )
비 표 면 적	〃	〃
전 세 공 용 적	〃	〃
평 균 세 공 경	〃	〃
세 공 경 분 포	〃	〃

한편 활성탄의 평가 및 시험은 주로 아래의 ( 표 6 ) 규격에 따라 행한다.

표 6. 활성탄의 시험 관련 규격

시 험 항 목	관 련 규 격	비 고
표면적 (Surface Area)	BET*	
경 도 (Hardness)	ASTM D- 3802	
외관밀도 (Apparent Density)	ASTM D- 2854	
입 도 (Particle Size)	ASTM D- 2862	
회분량 (Total Ash Conten)	ASTM D- 2866	
활성도 (Activity)	ASTM D- 3467	
점화온도 (Ignition Temper)	ASTM D- 3466	
수소이온 농도 (pH)	ASTM D- 3838	
방사성 요소 제거 효율 (Radioiodine Removal Eff.)	ASTM D- 3803	
함수율 (Moisture Content)	ASTM D- 2867	
접착제 (Total Impregnant)	B-C, N - 88**	

\* : Brunauer-Emmet-Teller식에 의한 방법

\*\* : Barnebey Cheny STD

## 10. 활성탄의 흡착성

흡착법은 일반공기조화에서 회박농도로 존재하는 유해가스의 제거에 매우 효과적인 방법으로서 기체+기체, 기체+고체, 액체+액체, 액체+고체와 같이 상이한 2상의 계면에 있어서 피흡착질의 농도가 각상 내부의 그 물질의 농도와 다를때 일어나는 현상으로 물리적 흡착과, 화학적 흡착이 있다.

**물리적 흡착**: 관계되는 힘이 분자상호간의 인력, 즉 응축 등에 관계되는 힘 (Vander Wa-

als) 과 동일한 물리적인 힘에 의하여 이루어지며, 일반적으로 응축이 일어나기 쉬운 물질간에는 흡착이 쉽다. 발열량은 수백 cal/g mol에 불과하다.

**화학적 흡착**: 화학결합에 관계되는 힘을 동반해 일어나는 것으로서 화학반응과 같은 동일한 특정흡착제와 피흡착질의 조합에 의하여 일어난다.



흡착은 항상 발열과정에서 일어나며, 10 ~ 100Kcal/g mol 정도의 큰 발열반응이다. 온도가 낮은 쪽이 흡착량이 많으며, 화학적 흡착은 활성화 에너지를 필요로 하며 어떤 일정온도에서만 일어난다.

활성탄의 흡착성능에는 평형흡착량 및 파괴흡착량의 양자를 포함한다. 평형 흡착량은 포화흡착량이라고도 하며, 일정조건하에서의 최대 흡착량인데 대해서, 파괴 흡착량은 고정층으로 사용하는 경우의 활성탄의 실제적인 성능의 평가기준이고, 시험조건에 따라서 크게 변동하는 값이다. 흡착량의 측정법은 정지된 계내의 확산에 의한 흡착을 측정하는 정적흡착법과 공기등의 기체를 보내서 파괴흡착 물질을 유동시켜 흡착량을 구하는 동적흡착법이 있다.

(1) 방사성 요오드 분진의 흡착

활성탄 필터의 방사성 요오드의 흡착 효율은

① 활성화 정도 (Degree of Activation), 회분과 습기량, 첨가제 함침 여부

② 첨가제의 종류와 양

③ 입도 (granular size)

④ 가스 체류기간

⑤ 공기통과 속도 (단, 동일 체류시간에서는 속도가 증가하면 효율이 증가)

⑥ 온도, 상대습도 등에 따라 영향을 받는다.

(2) 요오드의 농도

요오드의 흡착은 흡착면에 대한 파괴흡착제의 가스상 확산에 의하여 지배된다. 필터 입구의 파괴흡착제의 농도가 증가할수록 여과효율은 감소하지만, 흡착된  $CH_3^{131}I$ 의 절대량은 증가한다.

즉, 농도가 높으면 많은 양이 제거되는데  $CH_3^{131}I$ 의 흡착율은 공기 (Air Stream)와 활성탄 표면사이의  $CH_3^{131}I$  농도 구배에 좌우된다. 이것을 정량적인 측면에서 검토해 보면,

① 요오드의 분자가 기체 경계면을 뚫고 활성화된 흡착면에 흡착된다. 이면은 즉각적으로 비활성화되고 다시 활성화 될때까지 흡착 능력이 없다. 재생과정은 모세관의 어떤 두번째 활성화된 면으로 기공을 통해서 흡착분자의 표면확산이 수행된다.

일단, 흡착분자가 흡착면을 떠나면 이면은 계속적으로 흡착을 위해서 재생된다. 그러나 흡착분자가 흡착면에 머물러 있는 동안 이면은 비활성화 된 상태로 되고 흡착에 이용될 수 없다.

(3) 공기통과속도 (Superficial Velocity)

흡착메카니즘에서 공기속도는 활성탄과 방사성 요오드와의 접촉시간에 상관되는 변수로서 일반적으로 최대 지연시간은 1 sec, 최소지연 시간은 0.25 sec이다.

속도가 증가하면 흡착효율은 감소하는데 필터의 두께가 두꺼워지면 이 영향은 약해진다. 또한 적은 공기유량에서 유용한 흡착면 (Area) 도 많은 유량에서 유용하지 못할 수가 있다.

즉, 일단 하나의 분자가 흡착면에 흡착되면, 흡착된 분자는 흡착면이 계속적으로 흡착할 수 있도록 모세관 안으로 이동해야만 한다. 흡착된 분자가 모세관 안으로의 확산이 계속적으로 일어나고 있는 동안 흡착면은 더 이상 유용하지 못하므로 흡착면에 충돌하는  $\text{CH}_3^{131}\text{I}$  분자는 흡착되지 못한다. 이 때문에 공기 속도가 증가할수록 체류시간이 짧아져 흡착효율은 저하된다.

이러한 현상은 흡착면 한 면에서 다른 면으로의 분자 점프로서 묘사될 수 있으며 흡착분자가 흡착열을 위한 충분한 에너지를 얻었을때만 일어날 수 있다.

이를 위해서

① 표면에 평행한 방향으로 모멘텀을 가진 흡착면 충돌에너지

② 표면 원자의 Temperature-Induced Movement

③ 표면 원자들의 구조변경 ( 파괴도 포함 ) 에 기인하는 표면 흡착에너지 진동

등이 에너지 원이 된다.

#### (4) 습도변화에 따른 여과 성능

활성탄의 여과성능은 습도에 매우 민감하게 영향을 받는데, 습분이 존재한다면, 활성탄 표면의 기공이 습분에 의하여 막히거나 안막혔더라도 방사성 요오드 흡착에 대하여 저항을 가중시킨다. 이에 대한 많은 연구가 수행되었으며, 결론적으로 70°C 이상의 고온에서는 습도가 증가하면 제거효율이 감소한다. 즉 (한 예로서) 온도 70°C, 습도 40% RH 이상에서는 활성탄 세공에 수증기가 응축되어 포집효율이 저하되기 시작하며, 50% HR에서 실험했을 때 10% 정도의 수증기가 활성탄에 흡착된다.

#### (5) 경년 변화

활성탄 필터는 원자력 발전소내의 방사성 요오드 및 방사성 요오드화 메칠을 제거하기 위해서 사용되고 있으나, 경년과 더불어 그 성능이 저하됨을 알 수 있다. 경년변화의 영향으로는 Aging, Weathering, Poisoning 등이 고려되고 있는데 이와같은 관계되는 인자 및 그 영향을 규명하는 것은 활성탄 필터의 열화방지, 교체시기 판정, 재생 등을 위해서 아주 바람직하다.

##### (1) Aging

활성탄 필터를 사용하거나 설치 유휴 유

지상태, 밀폐용기에 보관한 상태인 경우도 모두 활성탄의 흡착성능은 저하된다.

$$\eta = \log / \text{체류시간 (Collins)}$$

$$\text{DF : Decontamination Factor}$$

$$= \frac{1}{\text{투과율}}$$

$$\text{체류시간} : \frac{\text{활성탄층두께}}{\text{공기면속}}$$

활성탄 필터의 성능은 활성탄 필터의 운전조건, 주위 대기 상태등 많은 인자에 따라 영향을 받기 때문에 aging의 영향에 대한 명확한 연구결과는 없으나, 한 실험적인 결과로 위의 방법에 따라 외삽법을 사용하여 계산하면, 방사능 제거성능이 반감되는 기간은 정상가동시 18개월, 운휴상태인 경우 3년 밀폐용기내에 저장되어 있는 경우 약 5년 정도이다.

## (2) Weathering

대기가 활성탄을 통과할 때 기류중의 불순물이 활성탄에 흡착 또는 반응에 의해서 활성탄의 요오드화메틸에 대한 제거 성능이 저하된다. 이에 영향을 주는 인자는 많이 있지만, 그 중에 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 등이 큰 영향을 미친다. 즉, NO<sub>2</sub>는 활성탄에 흡착될 때 NO로 환원되면서 활성탄의 활성점을 점유하여서 NO<sub>2</sub>를 어느 한계이상 (약 0.55 g NO<sub>2</sub>/g C) 흡착하면 활성탄의 요오드제거 효율이 급격히 감소한다. (약 80

% 이하로)

## (6) 차압 성능

활성탄 필터의 차압성능은

- ① 활성탄층 자체의 압손실
- ② 활성탄 지지물에 의한 압손실
- ③ 벽면효과 (Wall Effect)에 의한 압손실

### ④ 차압측정공에 의한 압손실

로 대별할 수 있으며, 벽면효과는 입자경이 10 mm이상인 경우는 세부 영향 인자로는 대체로 무시할 수 있으며, 사용 송풍기의 능력 즉, 에너지 소비와 직결되는 문제로써 활성탄의 입경 (Granular Size), 충전율 (Packing Density), 충전층두께 (Bed Depth), 활성탄 공기접촉 면적 (Free Area of the Granular) 필터망 (Retaining Screens), 공기통과 속도 (Air Flow Velocity)이다.

특히 공기저항은 체류시간이 일정할 때 공기속도에 직접적으로 비례한다. 또한 일반적으로 필터망은 34 holes/cm (220 holes/in<sup>2</sup>) 으로 유효면적이 35%인 №26 US Gage Stainless Steel 을 사용하거나, Steel 을 사용한다. №24 US Gage Carbon 「이렇듯 많은 영향인자를 갖는 활성탄 필터를 설계할 때에 매우 좋은 자료가 될 수 있다」

「이렇듯 많은 영향인자를 갖는 활성탄 필

터의 차압성능은 사전에 여러가지 실험을 통하여 수식화 한다면 필터를 설계할 때에 매우 좋은 자료가 될 수 있다」

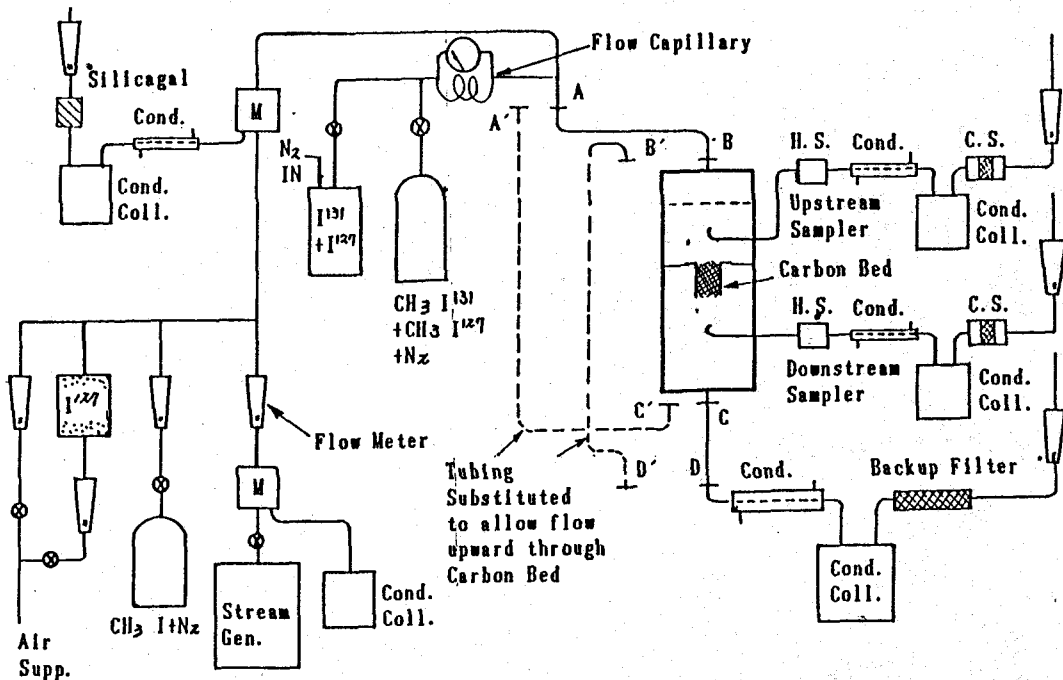
**11. 활성탄 필터의 성능시험 방법**

활성탄 필터의 시험은 제작검사와 사용중 검사로 대별할 수 있으며, 검사방법에 따라서 성능시험과 누설시험으로 나뉜다.

성능검사는 원자력용 방사능 필터이기 때문에 검사장비, 시험분진 및 검사원의 자격이 문제가 된다. 검사원에 대한 자격은 ANSI N 45.2.6-1973 (Qualificat-

ion of Inspection, Examination and Testing Personal for the Construction Phase of Nuclear Power Plants)에 규정되어 있다.

방사능 분진에 의한 매번의 성능시험이 매우 조심스럽고 위험하기 때문에, 방사능 제거 활성탄 필터용 활성탄에 의한 방사능 제거성능을 활성탄 제작사로 부터 확인받아서 필터를 제작한 후 제작, 운반 설치시 발생할 수 있는 누설 여부를 검사하여 활성탄 필터의 성능을 확인하게 되며, 사용중에 현장에서 활성탄 필터에 부착되어 있는 중



Abbreviations: COND. =Condenser  
 M =Mist Eliminator, C.S. =Carbon Sampler  
 H.S. =Honeycomb Sampler COND. COLL.=Condensate Collector

간 검사용 시험편을 채취하여 주기적으로 방사능 분진 제거 성능을 검사하게 된다.

1) 성능시험

활성탄 필터의 성능시험은 방사성 요오드에 의한 방법이 주로 사용된다. 비방사성 요오드를 사용할 수도 있으나, 취급은 용이하나 분석시간이 길어서 불편하며, 성능 결과치와 방사성 요오드와의 일치성 여부가 관건이 된다. 방사성 요오드에 의한 방법은 방사성요오드원소에 의한 방법과 방사성요오드화메틸에 의한 방법이 있다.

(1) 방사성 요오드 원소에 의한 방법

<sup>131</sup>I, <sup>127</sup>I을 시험분진으로 이용해서 활성탄 필터의 상류 및 하류의 시료공기를 채취하여 이때 포집된 <sup>131</sup>I의 양을 방사능 계수 장치로 비교측정 하는 방법이다.

$$\eta = (1-p) \times 100 = \left(1 - \frac{Nd}{Nu}\right) \times 100$$

$\eta$  : 포집 효율 (%)       $p$  : 투과율

$Nu$  : 상류측 채취시료의 전계수율

$Nd$  : 하류측 채취시료의 전계수율

(2) 방사성 요오드에 의한 방법

이 방법은  $CH_3^{131}I$ ,  $CH_3^{133}I$ 와 같은 방사성 요오드 유기화합물에 대한 활성탄 필터의 제거성능을 평가하기 위해서 이용하며, 시험방법은 1과 동일하다.

③ 비방사성 요오드에 의한 방법

비방사성 요오드에 의한 방법은 방사성 요오드에 의한 방법과 같으나, 시료포집기에 포집된 <sup>127</sup>I의 평가가 중성자 방사화 포집에 의하여 실시된다.

이 방법은 1, 2와 비교하여 측정감도가 나쁘고, 시료분석에 시간이 많이 소요된다.

이와 같은 실험은 실질적으로 현장에서 수행되기는 어려우며, 자격있는 기술자에 의하여 활성탄에 대해서 실험실적으로 수행되어야 한다.

표 7은 미국 AAF사에서 실시하고 있는 활성탄 필터의 성능 시험장치 흐름도를 보였다. 일반적으로 수행되고 있는 실험장치들은 기본적으로 방사능 분진 주입장치, 활성탄 필터 하우징, 시료 포집기, 성능분석기 등으로 구성되어 대동소이하다.

앞에서 언급한 바와 같이 방사능 취급 자격자의 확보가 요청되는 사항으로 제작, 설치 및 운전은 매우 제한적인 것이다.

2) 누설시험

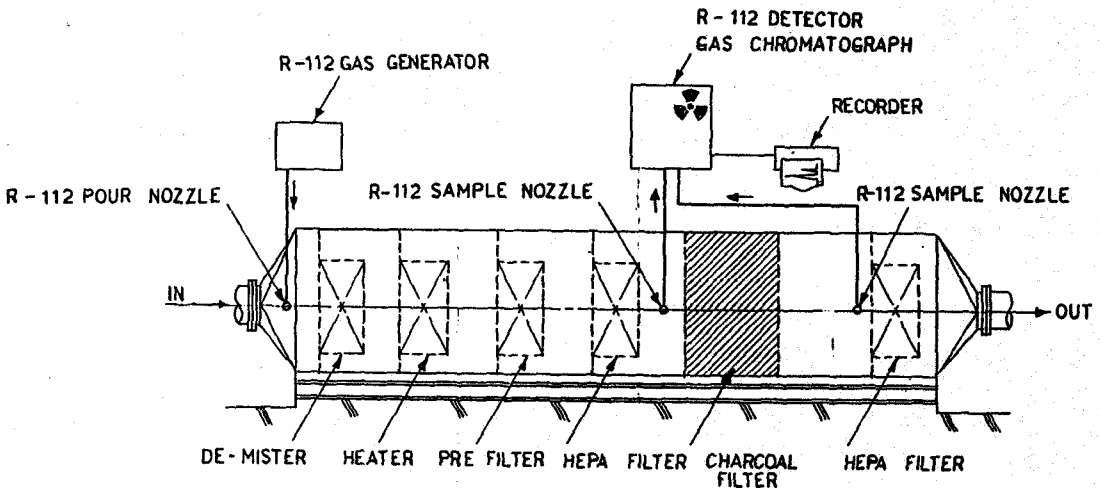
누설시험은 활성탄 필터를 제작, 운반, 설치시 진동등 제반원인에 의하여 활성탄 입자들의 중력방향으로의 침적으로 필터상부에 틈이 생기거나, 가스켓등의 결함에 있어서 방사능을 포함하는 공기가 누설되는지의 여부를 공장 및 사용 현장에서 실시하는

시험으로, 할로젠 화합물에 의한 방법이 널리 사용되고 있다.

이 방법은 R-11, R-12, R-112 등의 화합물을 사용하는 방식으로서 활성탄 필터의 상·하류측의 할로젠 화합물의 농도를 Gas Chromatograph나 NASI N510 방법에 따르는 R-11을 사용하는 전용 누설 시험 측정기를 사용할 수도 있다. 이때 활성탄에 흡착된 프레온 가스는 3주간의 대기방치에 95% 이상 탈착되어서 방사성 요소의 포집 효율에는 거의 영향을 미치지 않는다.

ANSI/N510에 규정된 활성탄 필터의 현장 누설시험 방법은 다음과 같다.

- ① 시험분진인 R-11의 농도가 농도측정기의 최소농도측정가능치의 4배 이상이어야 한다.
- ② 시험분진 발생기와 덕트의 시험분진주입구를 연결한다.
- ③ 활성탄 필터 상·하류측의 시료 채취 튜브를 농도측정기와 연결한다.
- ④ 시험분진을 주입시키기 전에 상·하류측 공기를 농도측정기로 측정하여 공기가 오염되었는지를 분석한 후 간섭 현상이 나타나면(오염되었으면) 시험 덕트내의 공기를 모두 배출시켜야 한다.
- ⑤ 시험분진을 주입시킨후 평형상태가 될 때까지 기다린다.



활성탄필터성능시험 FLOW SHEET

⑥ 시료채취는 상류측 4 회, 하류측 5 회를 농도측정기의 분석시간에 따라 가능한 한 빨리 실시하고, 각각의 측정에서의 시간과 농도를 기록한다. 연속적으로 분석이 가능한 측정기인 경우는 5 분동안 계속적으로 상·하류측을 측정한다.

⑦ 누설을 계산

$$P = 100 \times \frac{Cd}{Cu}$$

P : 누설율 (%)

Cd : 하류측 농도

Cu : 상류측 농도

⑧ 계산된 누설율이 최대투과율의 0.05 %보다 커서는 안되며, 이때는 활성탄 필터를 수선하여 재시험을 실시하여야 한다.

- 참고 문헌 -

1. AACC-CS-8T. Tentative Standard for "High Efficiency Gas-Phase Adsorber Cells"
2. ANSI/ASME N509-1980 "Nuclear Power Plant Air Cleaning Units" and Components."
3. ANSI/ASME N510-1980 "Testing of Nuclear Air-Cleaning Systems"
4. ERDA "Nuclear Air Cleaning Handbook", pp. 54-64
5. ANSI/N 45.2.6-1973 "Qualifications of Inspection, Examination, and Testing Personnel for the Construction Phase of Nuclear Power Plants"
6. Ronald R. Bellamy "Elemental Iodine and Methyl Iodide Adsorption on Activated Charcoal at Low Concentration" 13th AEC Air Cleaning Conference, pp. 683-706.
7. M.J. Kabat "Testing and Evaluation of Absorbers for Gaseous Penetrative forms of Radioiodine" 13th AEC Air Cleaning Conference, pp. 765-800
8. Topical Report AAF-TR-7102 "Impregnated Activated Carbon for Removal of Radioiodine Compounds from Reactor Containment Atmospheres"
9. R.A. Lorenz, S.R. Manning, and W.J. Martin "The Behavior of Highly Radioactive Iodine on Charcoal in Moist Air" 14th ERDA Air Cleaning Conference, pp. 323-352.
10. James R. Edwards "Economic Comparison of an Improved Nuclear Filter System Considering Space, Operation, Testing and Maintenance Costs." 13th AEC. Air Cleaning Conference, pp.985-1000
11. "Jod-Sorptionsfilter Typ MWS." Krantz Catalogue
12. L.C. Scholten "Testing and Monitoring of Air Filters at Deutch Nuclear Facilities." Kema Scientific & Technical Report 4(8), pp.79-90, 1986
13. Air Contaminants ASHRAE Handbook Chapter 11