

## 환경대기 중 미세먼지(PM-10) 자동측정법 -

2021

### 베타선법

(Suspended Particulate Matter PM-10 in Ambient Air -  
Beta-ray Absorption Method)

## 1.0 개요

### 1.1 목적

이 측정방법은 환경대기 중에 존재하는 입경이 10  $\mu\text{m}$  이하인 입자상 물질 (PM-10)의 질량농도를 베타선법에 의해 측정하는 방법에 대해 규정하며, 베타선법에 의한 측정의 정확성과 통일성을 갖추도록 함을 목적으로 한다.

### 1.2 적용범위

1.2.1 이 측정방법은 베타선을 방출하는 베타선원으로부터 조사된 베타선이 필터 위에 채취된 먼지를 통과할 때 흡수되는 베타선의 세기를 비교 측정하여 대기 중 미세먼지의 질량농도를 측정하는 방법을 제시한다.

1.2.2 측정결과는 상온상태 (20  $^{\circ}\text{C}$ , 1 기압)로 환산된 미세먼지의 단위부피 당 질량농도로 나타내며, 측정 단위는 국제단위계인 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 사용한다.

1.2.3 측정 질량농도의 최소검출한계는 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하이며, 측정범위는 (0 ~ 1000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 2000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 5000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 10000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  등이 측정 가능한 것으로 한다.

### 1.3 간섭물질

#### 1.3.1 유속 변화에 의한 영향

측정기 동작 중의 유속의 변화는 시료 채취 유량의 변화에 의한 측정 편차를 일으킬 수 있으며, 입경분립장치의 입자 크기 분리 특성을 변경시킬 수 있다. 정확한 유량 조절장치의 사용과 설계유량의 정확한 유지는 이러한 오차를 최소화하기 위해 필요하다.

### 1.3.2 시료 중 수분에 의한 영향

시료채취 도입부의 입경분립장치에는 일정온도로 조절되는 가열장치가 설치되어 대기 시료 중의 수분에 의한 응축 현상을 제거할 수 있어야 한다.

## 2.0 용어정의

### 2.1 미세먼지 (PM-10)

대기 중에 부유하는 고체 및 액체의 입자상 물질로서, 대기환경 기준의 미세먼지 (PM-10)는 그 입경이 10  $\mu\text{m}$  이하의 것을 말한다.

### 2.2 단위면적 질량밀도

베타선 감쇠 계수를 결정하는 물리량으로서 단위면적에 채취된 먼지의 질량 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )

### 2.3 교정용 필름

베타선흡수법에서 교정용 에어로졸을 대신하여 측정기의 교정에 사용되는 표준필터로서, 베타선 흡수계수를 결정하는 단위면적 당 기준 질량밀도 값, 또는 고유흡수계수 값을 갖고 있어야 하며, 질량농도 측정법과 비교하여 그 값이 인증되어 있어야 하고 유효기간, 인증값, 신뢰수준이 포함되어 있어야 한다.

### 2.4 질량농도

단위체적에 포함된 입자상 물질의 질량 단위는  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 나타낸다.

## 2.5 교정용 입자

측정기의 교정에 이용하는 입자를 말한다.

## 2.6 교정용 에어로졸

교정용 입자를 포함한 공기를 말한다.

## 2.7 등가입력

교정용 에어로졸을 대신하여 영점 및 일정감도의 확인 값을 얻을 수 있는 입력량으로 기준 측정값과 비교되어 그 값이 검증된 교정용 필터 등을 말한다.

## 2.8 입경

공기역학적 거동이 비중 1.0의 구형입자와 등가로 되는 입자의 직경

## 2.9 영점 변동성

측정기의 영점에 대한 지시값의 일정 기간동안의 변동을 말한다.

## 2.10 교정범위 변동성

측정기의 교정범위 값에 대응하는 지시값의 일정 기간동안의 변동을 말한다.

## 2.11 교정범위

측정기 최대측정범위의 80 % ~ 90 % 범위에 해당하는 교정값을 말한다.

# 3.0 분석기기 및 기구

## 3.1 베타선법에 의한 미세먼지 자동측정기

대기 중 미세먼지 입자상 물질을 일정 시간 필터 위에 채취하여 베타선을 투과시켜 입자상 물질의 질량농도를 연속적으로 측정하는 방법으로 공기흡입부, 입경분립장치, 유량조절부, 샘플펌프, 시료채취필터, 베타선원, 베타선 감지부, 증폭연산장치 등으로 구성된다.

### 3.2 입경분립장치

환경 대기시료 채취 시 시료에 포함된 입자상 물질 중에 입경크기 10  $\mu\text{m}$  이상의 입자는 제거하고 10  $\mu\text{m}$  이하의 미세 입자만을 분리 채취할 수 있는 장치로서 관성에 의해 입자 크기 별로 분리할 수 있는 특정한 구조를 갖으며, 입경분리 구조 형태에 따라 사이클론 (cyclone) 방식과 임팩터 (impactor) 방식이 있다.

## 4.0 시약 및 표준용액

### 4.1 시료채취 필터

유리섬유 재질의 필터로서 두루마리 형태로 연속 측정이 가능하며 0.3  $\mu\text{m}$ 의 입자상물질에 대하여 99 % 이상의 채취효율 가져야 하고 시료 채취 시 압력 손실이 없어야 한다.

### 4.2 교정용 표준필름

베타선 흡수계수를 결정하는 단위면적 당 기준 질량밀도 값 또는 고유흡수계수 값을 갖는 폴리에스테르 재질의 표준필름으로, 질량농도 측정법과 비교하여 그 값이 인증되어 있어야 하고 유효기간, 인증값, 신뢰수준이 포함되어 있어야 한다.

## 5.0 시료채취 및 관리

시료 채취방법은 ES 01115 환경대기 시료채취방법을 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 측정의 정도관리

#### 6.1.1 측정품질요소 관리

측정 품질 요소는 매 측정 시에 얻어지는 것과 교정용 표준필름과 같이 주기적으로 관리되어야 하는 항목이 있다. 다음의 품질요소에 대하여 주기적인 실험을 실시하고 품질요소를 관리 기록한다. 측정 품질요소는 다음과 같다.

- ① 시료 측정의 반복성
- ② 바탕값 측정의 반복성
- ③ 교정범위 값 측정의 반복성
- ④ 측정기의 직선성
- ⑤ 교정주기 내의 변동성
- ⑥ 교정용 필터 등 등가입력 값의 불확실성
- ⑦ 유량 안정성

#### 6.1.2 측정기의 유지관리

미세먼지 (PM-10) 측정기 내부의 중요한 부품의 성능을 조사하고 필요에 따라 교환한다. 점검 결과를 품질요소와 함께 기록한다. 유지관리에 요구되는 정도관리 요소는 다음과 같다.

- ① 시료 필터 교환 상태
- ② 시료가스의 유량 점검
- ③ 시료 온도, 압력 점검
- ④ 자료수집장치 기록/전송상태 확인
- ⑤ 검출기의 안정성 점검
- ⑥ 교정용 필터에 의한 흡수계수 교정
- ⑦ 입경분립장치의 주기적 점검 (먼지 제거)

### 6.2 측정기기 성능

측정기를 처음 설치할 때는 설치하기에 앞서 다음의 항목별 절차에 따라 성능을 조사하고 결과를 기록한다.

### 6.2.1 측정범위

측정범위는 (0 ~ 1000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 2000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 5000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , (0 ~ 10000)  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  등이 측정 가능한 것으로 한다.

### 6.2.2 재현성

측정기에 바탕시료 등가입력을 도입하여 최종 지시값을 확인한 후, 교정범위 값 등가입력을 같은 방법으로 도입하여 최종 지시값을 확인한다. 이의 조작을 3회 반복하여 바탕값, 교정범위 값 각각의 평균값을 산출하여 각 측정값과 평균값과의 편차를 구한다. 이 편차가 최대눈금치의  $\pm 2\%$  이내여야 한다.

### 6.2.3 영점 변동성

바탕시료 등가 입력을 도입하여 24시간 연속측정을 실시한다. 이 사이에서 바탕값 지시값의 초기 지시값으로부터의 최대 변동 폭을 영점 변동성으로 한다. 이 편차가 최대 눈금치의  $\pm 2\%$  이내여야 한다.

### 6.2.4 교정범위 변동성

영점 변동성 시험 시에 시험을 시작할 때에 교정범위 등가입력으로 교정을 하고, 24시간 후 및 중간에 4시간 이상의 간격으로 2회 이상 바탕시료 등가입력을 교정범위 등가입력으로 바꾸어 도입하여 지시 기록한다. 이 사이에서 교정범위 지시값과 초기 교정 지시값과의 최대 변동 폭을 교정범위 변동성으로 한다. 이 편차가 최대눈금치의  $\pm 3\%$  이내여야 한다.

### 6.2.5 직선성 (지시오차)

바탕값 및 교정범위 등가입력에 의해서 영점교정, 교정범위 값 교정을 실시한 후 중간

점 등가입력을 도입하여 지시값을 기록한다. 이 지시값과 등가입력의 농도 표시값과의 차를 구한다. 이 편차가 최대눈금치의  $\pm 5\%$  이내여야 한다.

#### 6.2.6 교정용 에어로졸에 대한 지시값

측정기의 교정을 실시한 후, 농도  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  부근의 교정용 에어로졸을 유입하여 지시 기록시킨다. 이 지시값과 교정용 에어로졸의 질량농도와의 차를 구한다. 이 편차가 지시값의  $\pm 10\%$  이내여야 한다.

#### 6.2.7 바탕시험

미세먼지를 포함하지 않은 바탕 공기를 시료채취 유입부에 유입시켜 24 시간 측정하고 지시값을 기록한다. 이 지시값 각각의 1 시간 값을 24 시간에 걸쳐 산술평균값을 구한다. 지시값의 평균값은  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  이내여야 한다.

#### 6.2.8 전압변동에 대한 안정성

##### 6.2.8.1 전압변동에 대한 지시 안정성

교정범위 등가입력을 도입하여 지시값이 안정하고 있는 것을 확인한 후, 그 값을 A로 한다. 다음에 전원전압을 정격전압의  $+10\%$ 의 전압으로 변화시켜, 지시가 안정한 때의 지시값을 B로 한다. 다음에 정격전압의  $-10\%$ 의 전압으로 변화시켜 지시가 안정한 때의 지시값을 C로 한다. B-A, C-A의 최대 눈금값에 대한 백분율을 구한다. 이 편차가 최대눈금치의  $\pm 3\%$  이내여야 한다.

##### 6.2.8.2 전압변동에 대한 시료채취 유량의 안정성

시료채취 유량을 설정유량으로 조정하여 그 지시유량을 A'로 한다. 다음에 전원전압을 정격전압의  $+10\%$ 의 전압으로 변화시켜 유량이 안정한 때의 지시유량을 B'로 한다. 다음에 정격전압의  $-10\%$ 의 전압으로 변화시켜 지시가 안정한 때의 지시유량을 C'로 한다. B'-A', C'-A'의 설정유량에 대한 백분율을 구한다. 이 편차가 최대눈금치의  $\pm 5\%$  이내여야 한다.

### 6.2.9 시료채취 유량의 안정성

시험 시작 시에 설정유량으로 시료채취유량을 조정한 후, 5 일간 연속운전을 실시한다. 이 중간에 2회 이상 및 5 일 후 종료 시에 시료채취 유량을 읽어 지시값을 기록한다. 설정유량과의 최대편차 값을 구하고 설정유량에 대한 비를 구한다. 이 시험 중에는 시료가스 유량을 조정하여서는 안 된다. 이 편차가 설정 유량의  $\pm 7\%$  이내여야 한다.

### 6.2.10 내전압

상용전원을 사용하는 측정기에서는 상온·상습에서 전체의 전원단자 (전원단자를 묶음)와 바깥상자와의 사이에 AC 1000 V를 1 분간 가해도 이상이 있어서는 안 된다.

### 6.2.11 절연저항

상용전원을 사용하는 측정기에서는 상온·상습에서 전체의 전원단자 (전원단자를 묶음)와 바깥상자와의 사이에 절연저항을 KS C 1031 또는 KS C 1302에 규정하는 DC 500 V 절연저항계로 측정하여 2 M $\Omega$  이상이어야 한다.

### 6.2.12 전송출력

기록계용 이외로 전송출력을 필요로 하는 경우는 농도 값과 직선비례 관계가 있는 직류 (0 ~ 1) V, (1 ~ 5) V, (0 ~ 10) V (내부저항 500  $\Omega$  이하) 또는 직류 (4 ~ 20) mA의 전송 출력을 갖추어야 한다.

### 6.2.13 입경분립장치

미세먼지 (PM-10) 측정 시 사용하는 입경분립장치의 입경별 채취효율을 입증할 수 있는 실험 자료가 제출되어야 한다. 미세먼지 (PM-10)의 경우 분리기준 입경 10  $\mu\text{m}$ 에서  $(50 \pm 0.5)\%$  분리 효율을 가져야 한다.

## 6.3 등가성평가



**6.3.1** 등가성평가는 i)국가기준측정시스템과 비교 측정하여 성능을 검증받은 중량농도법 측정기 (Class I, 1대)와 검증대상 자동측정기 (Class II, 1대) 또는 ii)국가기준 측정시스템으로부터 단계별 소급성을 확인받은 중량농도법 측정기와 검증대상 자동측정기를 비교하여 평가하여야 한다. 자동측정기에서 측정된 일평균 ((24 ± 1)시간) 자료를 산술평균하여 중량농도법 측정치와 비교 분석하도록 한다. 일평균자료(베타선법)와 중량농도법 측정자료의 상관 추세를 최소제곱법으로 구하여 기울기의 범위가 0.9 ~ 1.1, 절편의 값은 -5.0 ~ 5.0 이어야 한다.

**6.3.2** 신규 또는 교체하는 자동측정기는 중량농도법과 비교측정을 통해 등가성을 확인하여야 한다. 일평균자료 (베타선법)와 중량농도법 측정자료 최소 14일 이상을 대상으로 평가한다.

**6.3.3** 고정 지점에서 상시 운영되는 베타선 자동측정기는 14 일/년 이상 중량농도법 측정치와 비교 분석하되 매 2년에 한 번 이상 평가를 시행하도록 하고 중량농도법과 현장에서 동시에 비교 측정하여 등가성을 확인하여야 한다. 고정 장비의 이동 및 수리 등 급격한 변동 시에는 등가성평가를 하여야 한다. 단, 비(非)고정 지점에서 비(非)상시 운영되는 베타선 자동측정기의 등가성평가는 반드시 현장에서 실시할 필요는 없다.

## 7.0 분석절차

### 7.1 미세먼지 (PM-10) 입경분리장치

#### 7.1.1 장치 특성

환경 대기시료 채취 시 시료에 포함된 입자상 물질 중에 입경크기 10 μm 이상의 입자는 제거하고 10 μm 이하의 미세 입자만을 분리 채취할 수 있는 장치로서 관성에 의해 입자 크기 별로 분리할 수 있는 특정한 구조를 가지며 입경분리 구조 형태에 따라 사이클론 (cyclone) 방식과 임팩터 (impactor) 방식이 있다.

#### 7.1.2 입경분리 기준

입경분리장치의 입경 크기 분리기준은 분리 기준입경 10 μm에서 (50 ± 0.5) % 분리 효율을 가져야 한다. 입경분리장치는 고유의 설계유속을 가지며 고유 설계유속 범위에

서 입경 분리 특성을 갖는다. 설계유속 범위가 사용 설명서에 표시되어 있어야 한다.

## 7.2 베타선 흡수 측정법에 의한 질량농도 측정법

### 7.2.1 측정 방법

이 방법은 대기 중에 부유하고 있는 10  $\mu\text{m}$ 이하의 입자상 물질을 일정 시간 시료채취 필터에 채취하여 베타선을 투과시켜 입자상 물질의 질량농도를 연속적으로 측정하는 방법이다. 베타선원으로부터 방출되는 베타선을 이용하여 시료 채취 전의 바탕필터에 조사되어 흡수된 베타선의 세기와 시료 채취 후 미세먼지가 채취된 필터를 통과할 때 흡수된 베타선의 세기를 비교 측정하여 대기 중 미세먼지의 질량농도를 측정하는 방법으로 시료채취 전후의 베타선의 흡수 세기는 채취된 미세먼지의 질량밀도에 따라 지수함수 적으로 변하며 다음 (식 1)에 따른다.

$$I = I_0 \times \exp(\mu X) \quad (\text{식 1})$$

여기서,  $I$  : 시료채취 후 필터를 투과한 베타선 세기

$I_0$  : 바탕 필터를 투과한 베타선 세기

$\mu$  : 베타선 질량 흡수 계수 ( $\text{cm}^2/\text{mg}$ )

$X$  : 채취된 먼지의 질량밀도 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )

여기서  $I_0$ 는 먼지가 채취되지 않은 바탕 필터를 통과한 베타선 세기이며  $I$ 는 시료 채취된 필터를 통과한 베타선의 세기이다.  $\mu$ 는 베타선의 질량흡수계수로서 기준이 되는 질량밀도를 갖는 표준필터에 의해 결정되어진다. 따라서 베타선 검출기로  $I_0$ 와  $I$ 를 정확히 측정하면 채취된 미세먼지의 질량밀도 값  $X$ 를 결정할 수 있고, 대기 중 미세먼지의 단위체적 당 질량농도 ( $M_c$ )는 시료채취 유량을 측정하여 다음 (식 2)과 같이 결정되어 진다.

$$M_c = \frac{KXA}{Q\Delta t} = \frac{KA \cdot \ln(I_0/I)}{\mu Q\Delta t} \quad (\text{식 2})$$

여기서,  $M_c$  : 대기 중 미세먼지의 질량농도 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$X$  : 채취된 먼지의 질량밀도 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )

$A$  : 시료채취 필터 면적 ( $\text{cm}^2$ )

$Q$  : 시료채취 유량 ( $\text{L/min}$ )

$\Delta t$  : 시료채취 시간 ( $\text{min}$ )

$K$  : 단위환산계수 ( $10^6$ )

### 7.2.2 장치구성

베타선흡수법에 의한 먼지 측정기의 구성은 공기흡입부, 입경분립장치, 유량조절부, 시료펌프, 시료 필터, 베타선원, 베타선 감지부, 증폭연산장치 등으로 나누어지며 주요장치 구성은 그림 1과 같다. 공기흡입부에는 입경분립장치가 설치되어  $10\ \mu\text{m}$  이상의 입자를 제거하며 설정유량으로 공기를 흡입하여 필터위에  $10\ \mu\text{m}$  이하의 먼지를 채취한다. 필터에 채취된 먼지의 양은 베타선원으로부터 방출된 베타선이 필터를 통과할 때 감쇠되는 정도를 감지부에서 검출하여 연산 장치에서 질량밀도로 계산된다.

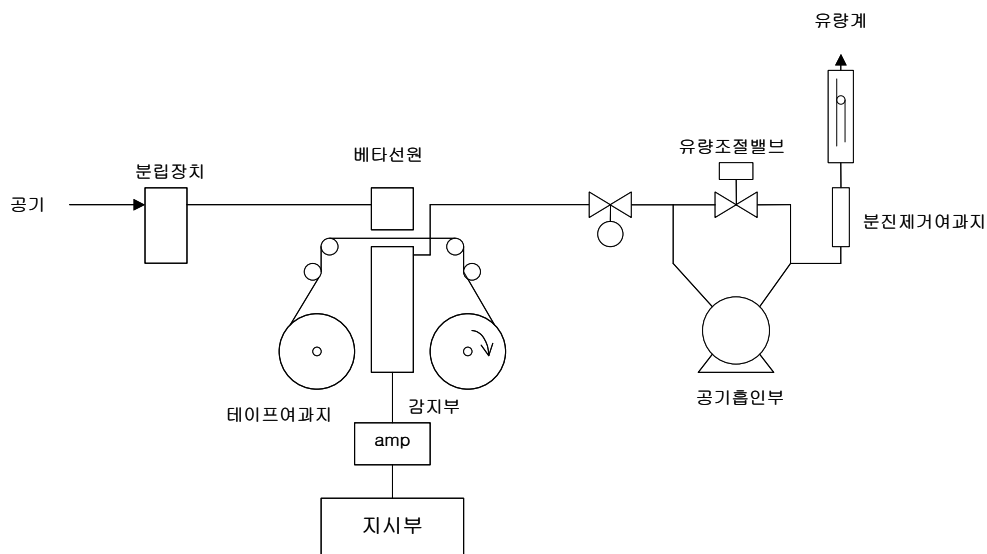


그림 1. 베타선흡수법에 의한 미세먼지 (PM-10) 측정기의 구성 예

#### 7.2.2.1 시료채취부

시료채취부는 측정기에 필요한 시료를 연속적으로 일정 유량으로 채취하는 곳으로 공기흡입부, 입경분립장치, 유량조절부, 시료펌프, 시료 필터 등으로 구성된다. 채취관은 대기 시료 중의 먼지가 부착 또는 퇴적하는 것을 최소한도로 줄일 수 있도록 가능한

길이는 짧게 하고 굴곡을 갖지 않도록 설치하며 측정 상 장애가 되는 물질을 용이하게 제거할 수 있고 부품교환 및 청소가 용이해야 한다.

시료채취 도입부의 입경분립장치에는 일정온도로 조절되는 가열장치가 설치되어 대기 시료 중의 수분에 의한 응축 현상을 제거할 수 있어야 한다.

#### 7.2.2.2 베타선원

측정기에 사용하고 있는 베타선원은 100  $\mu\text{Ci}$  이하로 밀봉되어 있어 안전하나 취급관리에 주의를 하여야 한다.

#### 7.2.2.3 지시기록계

지시기록계는 시료 중 미세먼지의 측정 질량농도 값을 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 직접 지시하고 기록, 또는 송출용 외부 출력단자를 갖추며, 대기오염감시시스템 (TMS, telemetry system)에 정확하게 전송할 수 있도록 상태파악 표시와 함께 농도 값을 외부로 출력하여야 한다.

#### 7.2.2.4 교정 장치

지시부의 오차를 용이하게 교정할 수 있는 장치가 있어야 하며 자동조절장치로 조작할 수 있어야 한다.

#### 7.2.2.5 표시사항

측정기에는 다음 사항을 표시해야 한다. 단, 이들의 표시는 측정기에 분산하여 표시하여도 좋다.

- ① 제조업자명 또는 등록상표
- ② 제조업자가 부여한 측정기 형식 명 (모델)
- ③ 제조번호
- ④ 제조년월일
- ⑤ 측정방법
- ⑥ 측정범위

- ⑦ 측정기 사용상 주의사항
- ⑧ 전원의 종류, 전압 (V), 주파수 (Hz), 및 소요전력 (W) 또는 피상전력 (VA)
- ⑨ 필요에 따라서는 전송출력의 종류 및 사용서에 기재한 시험성적을 첨부할 것

### 7.2.3 측정 절차

측정기의 각부를 점검하고 소정의 순서에 따라 전원을 넣고 기기 사용설명서에 따라서 시료가스 유량 및 기타 측정 조건을 점검한다.

측정기가 정상 상태에 도달하면 다음 방법에 의해 교정한다.

**7.2.3.1** 표준 유속계를 이용하여 측정기의 시료채취 동작유속을 측정하고 설계 유속과 비교한다. 동작 유속은 설계 유속의  $\pm 2\%$  이내의 정확성을 가져야 한다.

**7.2.3.2** 교정 필름에 의한 베타선 질량흡수계수를 결정한다. 교정 필름에 의한 질량흡수계수 결정은 바탕필터 측정값과 교정필름 측정값의 비교측정을 통해 측정기의 내부 연산프로그램에 의해 자동 결정된다. 교정필름은 최대 눈금의 80 %의 농도의 것을 사용한다.

**7.2.3.3** 교정회수는 원칙적으로 주 1 회로 한다.

**7.2.3.4** 필요에 따라 7.2.3.2 과정을 반복한 후 흡수계수의 재현성을 확인한다.

**7.2.3.5** 교정 필름을 제거하고 시료채취 설정 유량으로 도입해서 연속 측정을 한다.

### 7.2.4 측정기의 점검 및 주의사항

측정기에 사용하고 있는 베타선 광원은 100  $\mu\text{Ci}$  이하로 밀봉되어 있어 안전하나 취급 관리에 주의를 하여야 하며 입경분립장치의 먼지청소, 베타선검출기의 측정 감도(베타선 카운터 수)의 확인, 흡입유량 등을 수시로 점검한다.

일반적으로 시료채취 시간은 1 시간으로 하나 농도가 먼지의 0.01  $\text{mg}/\text{m}^3$  이하의 저농도일 경우 시료채취 시간을 연장하여 측정하도록 한다.

### 7.2.5 교정 및 정도관리

#### 7.2.5.1 교정용 필름의 흡수계수 결정

교정용 필름은 측정 현장에서의 간편한 교정을 위한 등가 입력 값으로서 기준 측정방법인 질량농도 측정방법과의 비교를 통해 필름의 흡수계수를 결정하여야 한다.

기준이 되는 질량농도 측정용 기준시료채취기와 비교 측정을 통해 교정용 필름의 등가 입력값의 정확도를 확인한다. 기준 시료채취기는 유속 및 시료채취 시간 등이 정확하게 교정되어 있어야 하며 측정값의  $\pm 2\%$  이내의 정확성을 가져야 한다.

#### 7.2.5.2 유속 교정

측정기는 설계유량의 정확한 유지가 필요하다. 유량조절장치는 주기적으로 (연 1 회) 표준 유속계를 이용하여 교정되어야 하며, 설계유량이 확인되어야 한다. 측정기의 유속 교정은 동작 유속에서 측정값의  $\pm 2\%$  이내의 정확성을 가져야 한다.

유속 교정에 사용되는 표준 유속계의 유속 측정범위는 측정기 동작 유속 측정범위에 적절해야 하고 측정표준 소급성이 유지되어야 한다.

#### 7.2.5.3 입경분립장치 설계 유속

미세먼지 (PM-10) 입경분립장치는 규정된 설계유속이 유지되어야 관성에 의한 미세먼지 (PM-10) 입경의 분리가 설계된 분리 특성대로 분리될 수 있다. 따라서 측정기의 유속은 제조사에 의해 규정된 입경분립장치의 설계 유속범위 안에서 유지되어야 한다. 설계 유속은 실제 측정조건에서의 온도 압력에 따른 실제 부피 (volumetric) 유속으로 규정한다. 반면에 미세먼지 (PM-10)의 질량농도는 기준 온도 및 압력 (0 °C, 1 기압)에 의해 보정된 유속이 적용된다.

#### 7.2.5.4 입경분립장치의 유지관리

입경분립장치는 주기적으로 사용설명서에 따라 분해하고 내부에 오염 또는 침강된 먼지를 제거하고 세척해야한다. 유지관리 주기는 일반 환경조건에서는 사용주기 6 개월에 한 번, 높은 농도 환경조건에서는 1 개월에 한번은 유지관리를 해야 한다.

## 8.0 결과보고

## 8.1 표준용적유량

미세먼지 (PM-10) 질량농도는 상온 상태 (20 ℃, 1 기압)으로 계산하여 보고한다. 측정기의 측정유량은 실제 대기조건을 기준으로 결정되기 때문에 표준공기체적을 이용해 미세먼지 (PM-10) 농도를 계산해야한다. 이에 대한 계산방법은 다음 (식 3)과 같다.

$$Q_{std} = Q_a \left( \frac{P_a}{P_{std}} \right) \left( \frac{T_{std}}{T_a} \right) \quad (\text{식 3})$$

여기서,  $Q_{std}$  = 표준 용적 유량 (std m<sup>3</sup>/min)

$Q_a$  = 실제 체적 유량 (m<sup>3</sup>/min)

$P_a$  = 대기압 (mmHg)

$P_{std}$  = 표준 대기압 (760 mmHg)

$T_a$  = 대기 온도 (K)

여기서  $Q_a$  는 실제온도 및 압력조건에서 측정한 실제용적유량이며 미세먼지 (PM-10) 입경분립장치 설계유량은 항상 실제용적유량에 의해 결정된다.  $Q_{std}$  는 표준조건 (0 ℃, 1 기압)으로 보정한 표준용적유량으로 표준용적유량으로부터 얻어진 표준체적은 미세먼지 (PM-10) 질량농도를 계산하는데 적용된다.

## 8.2 측정결과 보고

대기 시료에 함유되어있는 미세먼지 (PM-10) 측정결과를 보고하는 경우에는 다음 목록의 자료를 함께 보고하여야 한다.

### 8.2.1 시료관련자료

시료측정일시, 시료측정장소, 측정기기명, 측정자, 측정기간 등

### 8.2.2 측정방법 개요

시료 채취 유속, 총량, 시간, 기상요소 (기온, 기압, 습도, 풍속, 풍향 등), 주변환경 (4 방위 개방여부, 주변 건물, 지표면 상태 등) 요소를 작성한다.

### 8.2.3 측정결과

측정결과를 기록하고 기타 측정과 관련된 참고사항을 기록할 수 있다.

## 8.3 측정량의 표시

8.3.1. 측정결과는 상온 상태 (20 °C, 1 기압)로 환산된 환경 대기 중에 존재하는 입경 크기 10 µm 이하 미세먼지 (PM-10)의 단위부피 당 질량농도로 나타내며, 측정 단위는 국제단위계인 (µg/m<sup>3</sup>)을 사용한다.

8.3.2. 모든 수치는 소수 첫째 자리에서 반올림하여 정수로 결과를 작성한다.

## 9.0 참고자료

9.1 EPA 40 CFR Appendix M, Part 50, Reference method for the determination of Particulate Matter as PM<sub>10</sub> in the Atmosphere

9.2 EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-1 & 2

9.3 EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-2.3

9.4 EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-1.2

9.5 EPA/625/R-96/010a Compendium Method IO-2.2

9.6 환경부. 대기오염공정시험방법

9.7 JIS B 7954, Automatic monitors for suspended particulate matter in ambient air

9.8 JIS B 9910, Method of measuring performance for dust collectors



## 10.0 “내용 없음”