



미세먼지 간이측정기 성능인증 등에 관한 고시

[시행 2023. 6. 29.] [국립환경과학원고시 제2023-35호, 2023. 6. 29., 일부개정]

국립환경과학원(대기환경연구과), 032-560-7272

제1조(목적) 이 고시는 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제24조 및 같은 법 시행규칙 제16조제5항, 제17조제8항, 제18조의2제6항에 따른 미세먼지 간이측정기의 성능인증, 성능인증기관의 지정, 성능검사, 성능점검에 관한 세부 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(용어의 정의) 이 고시에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "미세먼지 간이측정기"란 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」(이하 "법"이라 한다) 제24조제1항에 따른 미세먼지 간이측정기로서 초미세먼지를 측정하는 측정기기(공기청정기, 냉난방기 등 전기·전자제품의 부속품으로 사용되는 것은 제외한다)를 말한다.
2. "성능인증"이란 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법 시행규칙」(이하 "시행규칙"이라 한다) 제16조에 따라 미세먼지 간이측정기의 성능을 평가하고 등급을 판정하는 것을 말한다.
3. "미세먼지 간이측정기 성능인증기관"이란 법 제24조제3항에 따라 미세먼지 간이측정기 성능인증기관(이하 "성능인증기관"이라 한다)으로 지정받은 기관을 말한다.
4. 데이터의 통계적 해석방법은 따로 규정이 없는 한 한국산업규격 KS Q 5002 (데이터의 통계적 기술)에 따른다.
5. Class I 기준측정기관 국가기준측정시스템(NRM, National Reference Methods system)과 비교시험을 통해 소급성이 확보된 미세먼지 시료채취장치를 말한다.
6. Class II 기준측정기관 Class I과 비교시험을 통해 소급성이 확보된 미세먼지 연속자동측정기기를 말한다.

제3조(성능인증기관의 지정) ① 국립환경과학원장은 시행규칙 제17조에 따라 성능인증기관을 지정할 수 있다.

- ② 성능인증기관은 시행규칙 제17조제2항의 인력, 시설 및 장비를 갖추어야 하며, 시설 및 장비 세부규정은 별표 1과 같다.
- ③ 성능인증기관을 신청하는 기관은 기술인력·시설 및 장비가 기준에 맞다는 것을 증명하는 서류와 사업계획서를 제출하여야 한다. 사업계획서에는 기술인력의 교육, 시설 및 장비의 정도관리 및 유지관리 계획과 연간 성능인증 시험추진 계획을 포함하여야 한다.
- ④ 시행규칙 제17조제3항에 따라 성능인증기관의 기술능력·시설 및 장비에 대한 평가를 수행함에 있어 현장평가 세부항목은 별표 2와 같다. 평가위원은 총 3인 이상으로 구성하며 국립환경과학원 1명 이상, 외부전문가 2명 이상으로 한다.
- ⑤ 국립환경과학원장은 별표 2의 평가방법에 따라 신청인의 기술능력 등을 평가하여 제4항에 따른 기준에 적합하다고 인정하면 신청 받은 날부터 40일(변경신고는 15일) 이내에 신청인에게 시행규칙 별지 제6호 서식의 성능인증기관 지정서를 내주어야 한다.
- ⑥ 성능인증기관은 성능인증시험을 함에 있어 자체적으로 개발하였거나 공동참여 등의 방식으로 개발한 간이측정기에 대하여는 스스로 성능인증시험을 할 수 없다.

제4조(성능인증기관의 관리) ① 국립환경과학원장은 3년마다 성능인증기관 현장평가를 통해 성능인증기관의 인증관련 업무를 점검하고 그 결과에 따라 시행규칙 제18조의3에 따른 행정처분을 내릴 수 있다.

② 성능인증기관의 인증관련 업무를 평가하는 세부항목은 별표 3과 같다.

제5조(성능인증평가의 신청) ① 미세먼지 간이측정기의 성능인증을 받으려는 자는 시행규칙 제16조제2항에 따른 성능인증 신청서 및 첨부서류에 다음 각 호의 사항을 포함하여 성능인증기관에 제출하여야 한다.

1. 제조사(수입품의 경우 수입자 및 제조국 표시)
2. 상품명(고유명칭)
3. 미세먼지 간이측정기의 개발과정에서 내부적으로 수행하였거나 혹은 외부기관으로부터 평가받은 주요 성능관련 시험성적서, 실험보고서 또는 제품 사양서(규격서)
 - 가. 크기 분해능(Size Resolution)
 - 나. 정확도(Accuracy)
 - 다. 검출한계(Detection Limit)
 - 라. 최대측정농도(Maximum Mass Concentration)
 - 마. 선형성(Linearity)
 - 바. 응답시간(Response Time)
 - 사. 유량(Flow rate)
4. 주요 부속에 대한 제작사 및 모델명(사진 포함)
 - 가. 파장, 광량 및 연속가동시간을 확인할 수 있는 광원 제작사 및 모델명
 - 나. 분해능 및 연속가동시간을 확인할 수 있는 광량검출기 제작사 및 모델명
 - 다. 유량 안정성 및 연속가동시간을 확인할 수 있는 펌프 제작사 및 모델명
 - 라. 적용 온도 및 가동 조건을 확인할 수 있는 히터 제작사 및 모델명
 - 마. 분리 효율을 확인할 수 있는 입경분리기 제작사 및 모델명
 - 바. 미세먼지 측정 센서 모듈 제작사(제조사) 및 모델명
5. 기기 매뉴얼
 - 가. 주기적 측정기 상태 점검방법, 주기적 내부 청소, 핵심부품 교체시기, 데이터 완전성 확인 등 일간/주간/월간/분기별 점검사항 포함
 - 나. 일반적인 작동방법, 데이터 저장 및 확인, 작동 조건, 교정 방법, 기술 사양 등 유지관리에 필요한 구체적인 매뉴얼
6. 제3호부터 제5호까지의 사항 중 미세먼지 간이측정기의 설계 및 측정 특성 등으로 인하여 해당 자료를 제출할 수 없는 경우에는 해당 사유 및 근거

제6조(성능인증평가의 방법) ① 성능인증평가는 실내시험실에서의 시험체임버평가와 실외 시험동에서의 등가성평가로 구분한다.

- ② 성능인증신청인은 성능인증기관에 4대의 성능인증 평가대상 간이측정기를 제공하여야 하며, 성능인증기관은 이 중 1대는 시험체임버평가, 3대의 측정기는 등가성평가에 사용한다.
- ③ 성능인증신청인은 시험기간 동안 성능인증기관의 기술지원요구를 수용하여야 한다.
- ④ 시험체임버평가는 별표 4의 절차를 따라 반복재현성을 평가하여 인증등급을 판정한다.
- ⑤ 등가성평가는 별표 5의 절차를 따라 상대정밀도, 자료획득률, 정확도, 결정계수를 평가하여 인증등급을 판정한다.
- ⑥ 성능인증기관장은 성능인증 등급 평가가 종료된 날부터 7일 이내에 성능인증서를 신청인에게 발급하여야 한다.

⑦ 성능인증기관은 성능인증 등급 판정결과를 성능인증기관 누리집을 통해 공개하고 국립환경과학원에 제출하여야 한다.

제7조(성능인증의 변경) ① 미세먼지 간이측정기의 성능인증을 받은 자는 성능인증을 받은 미세먼지 간이측정기의 소재·구조·프로그램의 변경이 미세먼지 간이측정기의 성능에 영향을 미치는 경우에는 성능인증을 다시 받아야 한다. 이 경우 성능인증을 다시 받으려는 자는 성능인증기관에 미세먼지 간이측정기의 변경사항을 제출하여야 한다.

② 성능인증기관장은 제출받은 변경사항이 성능에 영향을 미치는지 평가하여 인증등급의 변경 여부를 신청자에게 통보하여야 한다. 단, 제품의 색상, 상호·소재지·대표자 변경 시에는 예외로 한다.

③ 미세먼지 간이측정기의 성능인증을 받은 자는 성능인증을 받은 간이측정기의 소재·구조·프로그램 등의 변경이 성능에 영향을 주지 않는 경우에는, 성능인증을 받은 성능인증기관에 그 성능의 변동이 없다는 내용과 이를 뒷받침 할 수 있는 신고서류를 제출하고 성능인증기관으로부터 승인을 받아야 한다.

④ 미세먼지 간이측정기의 성능인증을 받은 자는 성능인증 등급이 변경되었을 경우 등급표지와 내용을 수정하여 부착하여야 한다.

⑤ 성능인증기관은 성능인증의 취소 및 인증표시의 변경을 즉시 성능인증기관 누리집에 게시하여야 한다.

제8조(사후관리) 국립환경과학원 또는 국립환경과학원이 위임한 기관에서는 성능인증을 받은 간이측정기와 불특정 다수에게 자료를 공개하는 측정기 현황(성능, 정도관리 상태 등)에 대해 사후조사 할 수 있다.

제8조의2(성능검사) ① 국립환경과학원장은 시행규칙 제17조의3에 따른 성능검사(이하 "성능검사"라 한다)를 실시하는 경우에는 성능검사 계획을 수립하여 미세먼지 간이측정기 제작 및 수입 판매자에게 통보하여야 한다. 검사계획이 변경되는 경우에도 같다.

② 성능검사는 제6조제1항 성능인증평가 방법에 따라 실시한다.

③ 국립환경과학원장은 성능검사를 성능인증기관에 위탁할 수 있다.

④ 국립환경과학원장은 성능검사 결과가 시행규칙 제16조제3항에 따른 성능인증 등급 판정 기준에 맞지 않은 경우에는 법 제28조에 따라 청문을 실시하고 동법 제25조에 따라 성능인증을 취소할 수 있다.

제8조의3(성능점검) ① 시행규칙 제18조의2에 따라 미세먼지 측정의 결과를 일반인에게 공개하는 자는 측정결과를 공개하기 전에 성능인증기관에서 최초 성능점검을 받아야 하며, 최초 성능점검을 받은 날부터 2년 6개월마다 성능점검을 받아야 한다.

② 성능인증기관장은 별표 7의 방법에 따라 성능점검을 시행하고, 시행규칙 제18조의2제4항에 따라 적합여부를 판정하여 그 성능점검 결과를 국립환경과학원장에게 제출하여야 한다.

제9조(성능인증 등급의 표시) 제6조제6항에 따라 성능인증기관으로부터 승인을 받은 제조·수입 판매업자는 시행규칙 제16조제4항에 따라 성능인증 등급표지를 간이측정기의 잘 보이는 곳에 부착하여야 하며 등급표지와 내용은 별표 6과 같다.

제10조(재검토기한) 국립환경과학원장은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2023년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

부 칙 <제2023-35호, 2023.06.29>

제1조(시행일) 이 고시는 즉시 시행한다.

[별표 1] 미세먼지 간이측정기 성능인증기관 시설 및 장비 세부기준

1. 시설기준

- 가. 실내시험실 : 실내 시험실에는 시험표준입자 발생장치 및 시험체임버가 설치되어야 하며, 면적은 최소 12 m² 이상이어야 한다.
- 나. 천칭실 : 천칭실은 항온항습장치와 정밀저울 및 이와 관련된 설비들이 설치되어 있어야 하며, 면적은 최소 9 m² 이상이어야 한다.
- 다. 시험품 보관실 : 보관실은 초미세먼지(PM-2.5) 시료채취장치 및 그 부속기기와 초미세먼지(PM-2.5) 연속자동측정기 및 그 부속기기를 보관하거나 정비할 수 있어야 하며, 면적은 최소 12 m² 이상이어야 한다.
- 라. 실외 시험동 : 실외 시험동은 주변에 도로(4차선이상) 등 직접적인 배출원의 영향을 받지 아니한 지점에 설치하여야 하며, 성능인증 시험기간 동안 기준측정기와 성능인증 평가대상 간이측정기를 설치 할 수 있는 구조로 구축하여야 한다. 면적은 최소 18 m² 이상이어야 하며 옥상층의 면적은 포함하지 아니한다.

2. 미세먼지 간이측정기 성능인증기관으로 지정받으려는 자는 다음과 같은 시설 및 장비를 갖추어야 한다.

가. 시설 및 장비 기준은 다음을 갖추어야 한다.

시설 및 장비	수량	필수 성능
항온항습장치	1벌	1) 시료채취 전, 후, 측정중의 여과지를 항량하는 장치 2) 항시 온도 (20±2) °C, 상대습도 (35±5) %, 응결점 (4.1±0.5) °C 조건을 만족하여야 한다.
정밀저울 및 사용여지	1벌	1) 여과지 무게를 측정하는 정밀저울은 외부 진동의 영향을 줄이기 위하여 석정반위에 설치되어야 한다. 2) 정밀저울의 분해능은 ±1 µg의 차이를 읽을 수 있어야 한다. 3) 정밀저울의 육면(상하좌우전후)을 격벽으로 구성하여 풍압의 영향으로 생기는 칭량오차를 배제하여야 한다. 4) 정밀저울은 각 제조업체 지침에 따라 교정하며 각각의 시료의 무게를 측정할 때마다 영점교정 후 사용할 수 있어야 한다. 5) 시료채취 여지는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE, polytetrafluoroethylene) 재질의 직경 47 mm 원형여지를 사용한다. 6) 여지 공극크기(pore size)가 2 µm이고, 두께가 30 µm ~ 50 µm 이며, 테두리는 폴리메틸펜텐(PMP, polymethylpentene), 퍼플로알콕시알케인(PFA, Perfluoroalkoxy Alkanes) 또는 불소계열의 안정물질로 구성된 테두리가 있어야 한다. 7) 여지의 파손으로 인한 중량 손실을 방지하기 위하여 16.7 L/min의 유량으로 깨끗한 공기를 흡입할 때 사용하지 않은 필터의 압력손실은 22 mmHg 이하여야 한다.

<p>시험표준입자 발생장치 및 시험체임버</p>	<p>1별</p>	<p>1) 시험체임버 시험면의 중앙점과 시험면을 4등분한 각 사각형의 중앙점, 총 5개의 측정점에서 측정값의 평균과 각 측정점의 측정값을 비교하여 오차율이 10 % 이내에 있어야 한다.</p> <p>2) 시험에 사용되는 시험표준입자는 염화칼륨(Potassium Chloride, KCl), 염화나트륨(Sodium Chloride, NaCl), PSL(Polystyrene Sphere Liquid, PSL), 또는 ISO 12103-1 A1 Fine Test Dust 혹은 동등 이상의 규격을 만족하는 물질을 사용할 수 있다.</p> <p>3) 발생된 입자가 하전을 띠게 되는 경우 하전상태를 중화시키는 장치가 장착되어 있어야 한다.</p> <p>4) 발생된 시험표준입자의 크기 분포는 0.3 μm ~ 2.5 μm를 포함하여야 하며, 크기 분포의 기하표준편차는 1.4 ~ 2.0 범위에 있어야 한다.</p> <p>5) 실험실 평가에 사용하는 기준측정기는 국내외에서 초미세 먼지(PM-2.5) 측정과 관련한 형식승인 혹은 등가성을 인정 받은 장비이어야 한다.</p>
<p>초미세먼지 (PM-2.5) 시료채취장치 및 그 부속기기</p>	<p>4별</p>	<p>1) 초미세먼지(PM-2.5) 시료채취장치 및 그 부속기기는 “환경측정기기의 형식승인-정도검사 등에 관한 고시 [별표1] 환경측정기기 구조·성능 세부기준(TS 0205.1)”을 만족하여야 한다.</p>
<p>초미세먼지 (PM-2.5) 연속자동측정기 및 그 부속기기</p>	<p>4별</p>	<p>1) 초미세먼지(PM-2.5) 연속자동측정기 및 그 부속기기는 “환경측정기기의 형식승인-정도검사 등에 관한 고시 [별표1] 환경측정기기 구조·성능 세부기준(TS 0203.6)”을 만족하여야 한다.</p>
<p>현장성능점검을 위한 입자 발생장치 또는 동등한 성능이상의 장비</p>	<p>3별</p>	<p>1) ISO 12103-1 A2 Fine Test Dust 혹은 동등 이상의 규격을 만족하는 물질을 발생시켜 현장 점검 장비에 공급하며, 미세먼지 평균 농도 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ~ 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$를 발생시킬 수 있는 구조여야 한다.</p>

[별표 2] 성능인증기관 기술능력·시설 및 장비에 관한 현지평가 세부사항

1. 항목별 평가표

평가항목	평가내용(배점)	평점					소 계
		1	0.8	0.6	0.4	0.2	
기술능력 (100점)	· 시험검사절차서(10)						
	· 기술전담인력의 적합성(20)						
	· 시험방법 숙지(20)						
	· 시험절차 숙련도(30)						
	· 시험결과 계산능력(20)						
시설 및 장비 (100점)	· 시설 및 장비보유현황(10)						
	· 시설 및 장비 유지관리계획(10)						
	· 장비운영의 숙련도(20)						
	· 장비의 정도검사 현황 및 계획(20)						
	· 장비의 검·교정(20)						
	· 실험실 안전관리(20)						
종합평점*							점 (80점 이상 적합)
판정 결과		적합			부적합		
평가 위원	소속(직급)						
	이 름						(인)

* 종합평점 = (기술능력+시설 및 장비)/2

매우 좋음= 1, 좋음=0.8, 보통=0.6, 불량=0.4, 매우불량=0.2

2. 점수부여 및 점수계산

가. 항목별 평가표에서 평가항목은 각각 100 점 만점으로 하고, 평가내용은 매우좋음, 좋음, 보통, 불량, 매우불량으로 구분하여 점수를 각각 1 점, 0.8 점, 0.6 점, 0.4 점, 0.2 점으로 부여한 다음, 평가내용별 각각의 배점을 곱하여 소계를 구하고 종합평점을 계산한다.

나. 평가위원 각자의 합계평균을 구한 후 산술평균한 점수 값을 최종 평점으로 한다.

다. 종합평점은 소수 첫째 자리에서 4 이하는 버리고, 5 이상은 끊어 올린 정수로 한다.

3. 최종판정

최종평점이 80 점 이상인 경우 적합으로, 80 점 미만인 경우 부적합으로 판정하여야 한다.

[별표 3] 성능인증기관 성능인증업무 현장 평가표

1. 국립환경과학원장은 국립환경과학원 1명 이상과 외부 전문가 2명 이상으로 평가위원을 구성하여 다음 각 목의 사항에 대하여 현장평가를 실시하며 평가내용은 다음과 같다.

구분	내용		결과
인력	지정신청서에 등록된 인력 여부		<input type="checkbox"/> 등록 <input type="checkbox"/> 미등록
	인력변경 시 변경신청 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
실내 시험실	시험표준입자 발생장치 정상가동 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험체임버 정상가동 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험체임버 기준측정기 정도관리 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
천칭실	천칭실 내 향온 및 향습 유지 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	정밀저울 정상가동 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	정밀저울 측정결과 자료보관		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
실외 시험동	Class I 기준측정기 정도관리 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	Class II 기준측정기 정도관리 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
성능인증 신청/인증/변경	제출서류 적정 검토 및 보관여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	성능인증/변경 간이측정기 홈페이지 게재 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
성능인증 (시험체임버)	시험방법 준수 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험결과의 적합성		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	원자료의 유효성(서명, 일시 등), 보관여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
성능인증 (등가성평가)	시험방법 준수 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험결과의 적합성		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	원자료의 유효성(서명, 일시 등), 보관여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험기간동안 Class I 측정기의 소급성 확보 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
	시험기간동안 Class II 측정기의 소급성 확보 여부		<input type="checkbox"/> 적합 <input type="checkbox"/> 부적합
검토결과 (부적합 사항)			
부적합사항에 대한 조치사항			
검사자	(인) 성능인증기관 책임자		(인)

2. 3인 이상의 평가자가 모든 항목에서 적합등급을 만족하여야 하나, 즉시 시정이 가능한 부적합 사례의 경우 조치사항에 대한 사후보고서로 적합을 인정할 수 있다.

3. 성능인증기관장은 부적합 사항에 대한 15일 이내에 개선조치를 취해야 하며, 그 결과를 국립환경과학원장에게 보고하여야 한다.

[별표 4] 미세먼지 간이측정기 성능인증 시험체임버평가 절차

1. 일반사항

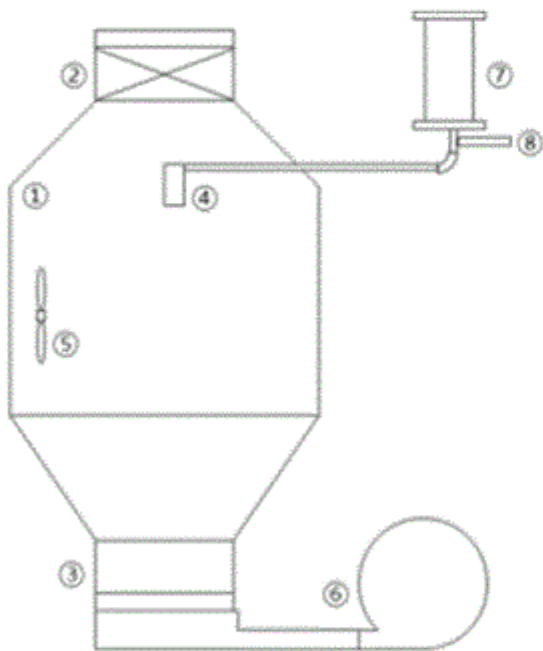
가. 시험체임버는 청정공기 및 표준입자를 주입 또는 발생시켜 시험체임버 내에 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 초미세먼지(PM-2.5) 농도를 발생 및 유지 시킬 수 있는 구조 이어야 한다.

나. 시험체임버는 내부공간으로 시험표준입자를 주입시켜 농도를 균질하게 형성할 수 있는 구조이어야 한다.

다. 반복재현성 실험 시, 시험표준입자의 농도를 달성하고 유지하는 과정은 다음과 같다.

입자 주입구를 통하여 발생기로부터 발생된 시험표준입자를 공급한 후, 시험체임버에 사용하는 기준측정기의 측정값을 읽어 목표 농도에 도달하였는지 확인한다.

라. 시험체임버 구성에 대한 예시는 다음 그림과 같으며, 시험체임버의 운전형태 및 시험 특성 등에 따라 구조는 변경될 수 있다.



번호	구성용명
①	시험 챔버
②	청정공기 공급부(HEPA 필터 포함)
③	공기 및 입자 배출구
④	입자 공급 노즐
⑤	입자 혼합기
⑥	공기 유속 발생 장치
⑦	입자 발생기
⑧	양극성 이온발생기

2. 시험 입자 및 입자 발생

가. 반복재현성 평가에 사용하는 시험표준입자는 염화칼륨(Potassium Chloride, KCl), 염화나트륨(Sodium Chloride, NaCl), PSL(Polystyrene Sphere Liquid, PSL), 또는 ISO 12103-1 A1 Fine Test Dust 혹은 동등 이상의 규격을 만족하는 물질을 사용할 수 있다.

나. 발생된 입자가 하전을 띠게 되는 경우 하전상태를 중화시키는 장치가 장착되어 있어야 한다.

다. 발생된 시험표준입자의 크기 분포는 $0.3 \mu\text{m} \sim 2.5 \mu\text{m}$ 를 포함하여야 하며, 크기 분포의 기하표준편차는 1.4 ~ 2.0 범위에 있어야 한다.

3 시험 방법 및 절차

- 가. 시험에 앞서 성능인증 평가대상 간이측정기는 실험실 평가에 사용하는 기준측정기와 예비비교시험을 통해 동일한 입자 농도 측정값을 표출할 수 있도록 평가대상 간이 측정기 내부 파라미터를 조정한다.
- 나. 시험체임버 내부에 HEPA 필터를 통해 입자가 제거된 청정공기를 이용하여 환기 하며 체임버 내부의 초미세먼지(PM-2.5) 농도를 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하가 될 때까지 지속한다.
- 다. 시험표준입자를 발생 시킨 후 시험체임버 내부에 주입하고 목표 농도에 도달하도록 제어하되 초기농도는 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 넘을 수 없다.
- 라. $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하 범위에서 지정된 5개의 균등구간 각각의 농도에서의 허용범위는 기준농도 $\pm 10\%$ 또는 $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 중 큰 값으로 한다. 5개의 균등구간은 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $75 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만으로 한다.
- 마. 각 미세먼지 농도 구간에서 5분 동안 측정한 평균값을 취득한다.
- 바. 라목의 지정된 5단계의 각 농도구간에서 5분 동안 측정 및 취득한 자료의 평균값을 이용하여 선형 회귀직선 $y = ax$ 를 구한다.
- 사. 다목~바목 과정을 3회 반복 수행한다.
- 아. 측정차수별 선형 회귀직선 기울기의 오차를 구하고 반복재현성을 평가하여 가장 작은 값으로 시행규칙 별표 1에 따라 등급을 산정한다.

$$|d_i| = \left| \frac{a_i - \bar{a}}{\bar{a}} \right|$$

여기서, i : 측정차수(1, 2, 3)

a_i : 측정차수(i)의 기울기

\bar{a} : 전체 측정차수의 기울기 평균

$|d_i|$: 측정차수(i)의 |오차|

$$\text{반복재현성}_i = (1 - |d_i|) \times 100 (\%)$$

[별표 5] 미세먼지 간이측정기 성능인증 등가성평가 절차

1. 일반사항

가. 등가성평가는 미세먼지 간이측정기와 대기오염공정시험기준의 중량농도법으로 소급한 베타선법 자동측정법과의 비교 평가시험을 통하여 간이측정기의 등가성여부를 판단하기 위한 시험절차이다.

나. 등가성평가를 위해 필요한 기준측정방법인 중량농도법은 국립환경과학원의 국가기준시스템과 준하는 성능을 가진 시스템에 의해 운영되어야 한다. 국가기준시스템은 PM-10 분립장치와 WINS(Well Impactor Ninety-Six)를 장착하고 PM-2.5 측정망 운영지침 및 미국 EPA의 FRM 제작 규격과 성능을 만족하며 PM-2.5 농도 국가기준시료의 역할을 수행하는 환경부의 표준운영시스템으로서 대기오염공정시험기준 미세먼지측정방법(PM-2.5, ES 01606.1)의 장비 설치, 운영 및 관리에 합당하게 운영되는 시스템이다.

2. 시험장소

가. Class I, Class II 기준측정기는 바람의 영향을 최소화 할 수 있도록 설치하여야 하며, 주변에 직접적인 배출원의 영향이 없는 지점에 설치하여야 한다.

나. 성능인증대상 측정기는 Class II 기준측정기와 같은 높이에 설치되어야 하며 최소 1 m 이격거리에 설치하여야 하며 수평으로 10 m이내에 설치되어야 한다.

3. 시험방법 및 절차

가. 성능인증 평가대상 간이측정기 사전준비 및 예비측정

1) 성능인증 평가대상 간이측정기 평가에 앞서 지정된 시험장소에 설치하고 사전운영을 통해 기기의 상태를 최적화하는 과정을 수행할 수 있다. 시료도입부(Inlet) 및 광산란검출기(phototube) 등을 정비하고 측정기의 기밀성 점검과 유량교정 등 필요로 하는 사항들에 대해 내부적인 점검 및 교정을 수행할 수 있으며, 성능인증기관에서는 최소 3일간의 사전준비기간을 배정하여 주어야 한다.

2) 최소 3일간의 사전준비 종료 이후, Class I, Class II 및 성능인증 평가대상 간이측정기를 동시 운영하는 예비측정을 수행한다. 예비측정의 목적은 미세먼지 간이측정기의 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 질량교정파라미터(k-factor)를 교정하기 위해서이다. 성능인증기관은 3일에 걸쳐 Class II 기준측정기의 시간측정결과를 제공하여 간이측정기의 질량교정파라미터(k-factor)를 교정할 수 있도록 지원한다.

나. 성능인증 평가대상 간이측정기 등가성평가

1) 예비측정이 종료된 후 3대의 Class I 기준측정기, 3대의 Class II 기준측정기 및 3대의 성능인증 평가대상 간이측정기를 정상가동하여 등가성평가를 수행한다.

2) Class I 기준측정기는 일 23시간 연속가동하여야 하며 1시간동안 필터의 교체 및 측정기의 점검을 수행토록 한다. Class II 기준측정기는 Class I 기준측정기와 동일한 기간동안 연속 운전되어야 한다. Class I 기준측정기의 필터 교체 및 점검시간 동안, 간이측정기의 측정결과 수집 및 소모품 교체는 인증기관에 의해서 이루어지며, 필요한 경우 인증기관의 요청에 따라 감사의뢰자가 의뢰한 측정기의 소모품 교체 등을 할 수

있다.

3) 성능인증 평가대상 간이측정기의 경우 자료는 기기내부에 저장되어야 하며, 만약 통신 네트워크를 이용한 자료수집과 자료처리방식을 적용하는 경우 측정기 외부에 직접 저장할 수 있어야 한다.

4) 등가성평가는 최소 14일 동안 수행되어야 한다. 14일간 동안 Class I 기준측정기는 14개의 일평균자료(23시간), Class II 기준측정기는 322개의 시간평균자료(14일 × 23시간)가 수집되어야 한다. 간이측정기 또한 시간평균자료가 제출되어야 하나 만약 간이측정기가 시간평균자료를 산출하지 않는 경우 신청인은 시간평균자료의 산출 방식을 검사기관에 제공하여야 한다.

4-1) Class I과 Class II 기준측정기의 측정자료는 각 3대 기준측정기의 동일한 측정기간에 대한 측정자료를 평균하여 사용한다.

4-2) Class I 또는 Class II 기준측정기 중 1대가 이상이 있는 경우, 2대 기준측정기의 동일한 측정기간에 대한 측정결과를 평균하여 사용할 수 있으나, 연속적으로 발생할 경우 해당 기간만큼 시험기간이 연장된다.

4-3) 2대 이상의 기준측정기가 이상이 있는 경우, 이상 기간만큼 시험기간을 연장하여 14일간의 측정자료를 수집한다.

4-4) 성능인증기관은 4-2), 4-3)에 해당하는 경우, 기준측정기의 이상 및 측정데이터를 모두 기록 보관하여야 한다.

5) Class II 기준측정기 측정결과 322개 중 농도가 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 고농도 결과가 최소 16개 이상 수집되어야만 한다. 만약 14일의 시험기간 동안 16개 이상의 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 농도가 수집되지 않았을 경우 시험기간을 1회(14일) 연장하고 전체 기간 중 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과하는 농도가 최소 8개 이상 수집될 경우 시험을 종료한다. 또한 낮은 농도에서도 간이측정기의 인증 세부기준인 정확도와 결정계수 값이 영향을 받을 수 있으므로 Class I 기준측정기의 농도가 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 경우와 Class II 기준측정기의 농도가 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 경우에는 해당기간의 자료를 제외하고 평가할 수 있으나 총 시험일수는 최소 14일을 만족하여야 한다.

6) 성능인증기관은 등가성평가 14일 동안 Class II 기준측정기 측정결과가 아래 표의 기준을 달성하도록 운영하여야 한다. 단, 시험기간 동안 이를 달성하지 못한다고 예상되는 경우 등가성평가 기간을 연장하여 수행할 수 있다.

〈표〉 연속자동측정기 등가성평가시험 기준

항목	내용 및 기준
측정기 수	3
측정기간	14일
정확도(Accuracy)	85 % 이상
선형회귀식 기울기(Slope)	0.9 ~ 1.1
선형회귀식 절편 허용치	-2.25 ~ 2.25
측정기 간 상대정밀도	90 % 이상
상관계수 값(R)	0.90 이상

6-1) 정확도(Accuracy)

$$\bar{C}_j = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 C_{i,j}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 14)

i : 측정기 번호(1, 2, 3)

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 평균농도

$$|d_j| = \left| \frac{\bar{C}_j - \bar{R}_j}{\bar{R}_j} \right|$$

여기서, \bar{R}_j : 측정기간(j) 동안 class I 측정기의 평균농도

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 평균농도

$|d_j|$: 측정기간(j) 동안 |오차|

$$\text{정확도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J |d_j| \right) \times 100 (\%)$$

6-2) 선형회귀식 기울기(Slope)

$$\text{slope} = \frac{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})(\bar{C}_j - \bar{C})}{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})^2}$$

여기서, \bar{R}_j : 측정기간(j) 동안 class I 측정기의 평균농도

\bar{R} : 전체 측정기간 동안 class I 측정기의 평균농도

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 평균농도

\bar{C} : 전체 측정기간 동안 class II 측정기의 평균농도

6-3) 선형회귀식 절편(Intercept)

$$\text{Intercept} = \bar{C} - \text{slope} \times \bar{R}$$

여기서, \bar{C} : 전체 측정기간 동안 class II 측정기의 평균농도

\bar{R} : 전체 측정기간 동안 class I 측정기의 평균농도

6-4) 측정기 간 상대정밀도

$$P_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 C_{i,j}^2 - \frac{1}{3} \left[\sum_{i=1}^3 C_{i,j} \right]^2}{2}}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 14)

i : 측정기 번호(1, 2, 3)

$C_{i,j}$: 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 농도

P_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 표준편차

$$RP_j = \frac{P_j}{C_j}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 14)

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 평균농도

RP_j : 측정기간(j) 동안 class II 측정기의 상대표준편차

$$\text{상대정밀도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J RP_j \right) \times 100 (\%)$$

6-5) 상관계수(r)

$$r = \frac{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})(\bar{C}_j - \bar{C})}{\sqrt{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})^2 \sum_{j=1}^J (\bar{C}_j - \bar{C})^2}}$$

여기서, \bar{R} : 전체 측정기간 동안 class I 측정기의 평균농도

\bar{C} : 전체 측정기간 동안 class II 측정기의 평균농도

r : 상관계수

7) 성능인증기관은 측정결과를 이용하여 상대정밀도, 자료획득률, 정확도, 결정계수를 구하고, 시행규칙 별표 1에 따라 등급을 결정한다.

7-1) 초미세먼지(PM-2.5) 농도의 최종 유효자리수는 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이므로, 유효자리수 다음인 소수 첫째 자리에서 반올림한다.

7-2) Class II 기준측정기 3대 및 성능인증 평가대상 간이측정기 3대의 미세먼지(PM-2.5) 농도측정 결과의 평균값의 비교는 소수 둘째자리에서 반올림하여 소수 첫째 자리의 결과로 한다.

7-3) 상대정밀도, 자료획득률, 정확도의 유효자리수는 소수 첫째자리이므로 소수 둘째 자리에서 반올림한다.

7-4) 결정계수의 유효자리수는 소수 둘째자리이므로 소수 셋째자리에서 반올림한다.

7-5) 상대정밀도

$$P_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 C_{i,j}^2 - \frac{1}{3} [\sum_{i=1}^3 C_{i,j}]^2}{2}}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 322)

i : 측정기 번호(1, 2, 3)

$C_{i,j}$: 측정기간(j) 동안 성능인증 간이측정기의 농도

P_j : 측정기간(j) 동안 성능인증 간이측정기의 표준편차

$$RP_j = \frac{P_j}{C_j}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 322)

RP_j : 측정기간(j) 동안 성능인증 간이측정기의 상대표준편차

$$\text{상대정밀도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J RP_j\right) \times 100 (\%)$$

7-6) 자료획득률

성능인증 간이측정기 3대의 자료획득률을 구한 뒤, 가장 작은 값으로 평가한다.

$$\text{자료획득률} = \frac{J_{C_i}}{J_R} \times 100 (\%)$$

여기서, i : 측정기 번호(1, 2, 3)

J_{C_i} : 성능인증 간이측정기(i)의 자료 수

J_R : 기준측정기의 자료 수

7-7) 정확도

$$\bar{C}_j = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 C_{i,j}$$

여기서, j : 측정기간(1, 2, ..., 322)

i : 측정기 번호(1, 2, 3)

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 성능인증 간이측정기의 평균농도

$$|d_j| = \left| \frac{\bar{C}_j - \bar{R}_j}{\bar{R}_j} \right|$$

여기서, \bar{R}_j : 측정기간(j) 동안 기준측정기의 평균농도

\bar{C}_j : 측정기간(j) 동안 성능인증 간이측정기의 평균농도

$|d_j|$: 측정기간(j) 동안 |오차

$$\text{정확도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J |d_j| \right) \times 100 (\%)$$

7-8) 결정계수(r^2)

$$r = \frac{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})(\bar{C}_j - \bar{C})}{\sqrt{\sum_{j=1}^J (\bar{R}_j - \bar{R})^2 \sum_{j=1}^J (\bar{C}_j - \bar{C})^2}}$$

여기서, \bar{R} : 전체 측정기간 동안 기준측정기의 평균농도

\bar{C} : 전체 측정기간 동안 평가대상 측정기의 평균농도

r : 상관계수

$$\text{결정계수 } r^2 = r \times r$$

여기서, r : 상관계수

8) (삭제)

[별표 6] 미세먼지 간이측정기 성능인증 등급표지 및 QR 코드

1. 성능인증 등급표지의 재질과 표시내용

- 가. 표지의 재질은 쉽게 훼손되지 않는 재질로 한다.
- 나. 글자의 표기는 지워지지 아니하도록 인쇄한다.
- 다. 인증표지는 아래 도안과 같다.

※ 성능인증 등급표지 도안은 인증기관과의 협의를 통해 변경 가능함



라. 성능인증 등급표지 표시내용은 다음과 같다

- 1) 상호명/제품명/제조일자
- 2) 인증등급/인증번호
- 3) 인증기관/인증일자

2. QR 코드 표시내용

가. QR 코드에는 사진과 성능인증등급 평가항목인 반복재현성, 상대정밀도, 자료획득율, 정확도와 결정계수가 표시되어야 한다.

[별표 7] 미세먼지 간이측정기 성능점검 절차**1. 일반사항**

가. 성능점검은 의뢰자가 직접 해당 간이측정기를 제출한 경우 외에는 설치된 현장에서 실시한다.

나. 성능점검은 현장성능점검과 반입성능점검으로 구분하여 실시한다.

1) 현장성능점검이란 간이측정기가 설치된 현장에서 실시하는 점검을 말한다.

2) 반입성능점검이란 간이측정기를 성능인증기관의 시험실에서 실시하는 점검을 말한다.

다. 점검 결과는 성능점검기록부(시행규칙 별지 제6호의3 서식)에 적합 또는 부적합으로 기록하며, 간이측정기의 성능을 확인한 결과는 그 결과값을 점검결과 옆에 숫자로 표시한다.

라. 성능점검증명서는 간이측정기의 사용자가 보기 쉬운 곳에 부착하여야 한다.

I. 현장성능점검 방법**1. 일반사항**

가. 본 성능점검방법은 간이측정기가 설치된 현장에서 성능점검 기준 여부를 판단하기 위한 시험 절차이다.

나. 성능점검용 기준측정기는 점검대상 간이측정기와 동일한 기기를 사용하며, 성능인증기관에서 성능유지 여부를 미리 확인한 후 현장에서 사용한다.

2. 현장 조건

가. 설치된 점검대상 미세먼지 간이측정기와 기준측정기를 원활하게 설치 할 수 있고, 성능점검 시 주변에 의한 영향이 없어야 한다.

나. 설치된 미세먼지 간이측정기와 기준측정기의 유입구가 같은 높이에 설치되어야 하고 최소 1 m 이격거리에 설치하여야 하며 수평으로 10 m 이내에 설치되어야 한다.

3. 성능점검 방법

가. 현장성능점검용 입자발생장치를 통해 입자가 제거된 공기를 공급하여 기준측정기의 측정 농도가 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하가 되도록 한다.

나. 입자발생장치와 현장에 설치된 간이측정기의 시간을 동기화 한다.

다. 입자발생장치를 작동시켜 안정화 후, 표준입자를 주입시켜 최대 30분 동안 측정한다.

라. 종료되면 입자발생장치의 작동을 중지하고 미세먼지 간이측정기의 측정 결과를 확인하고 아래 식에 따라 d_i 를 계산한다.

마. 가목~라목 과정을 3회 반복 수행한 후 반복재현성을 평가하여 가장 작은 값으로 시행규칙 별표 2의2에 따라 적합/부적합 여부를 평가한다.

$$|d_i| = \left| \frac{a_i - \bar{a}}{\bar{a}} \right|$$

여기서, i : 측정차수(1, 2, 3)

a_i : 측정차수(i)의 기울기

\bar{a} : 전체 측정차수의 기울기 평균

$|d_i|$: 측정차수(i)의 |오차|

$$\text{반복재현성}_i = (1 - |d_i|) \times 100 \text{ (\%)}$$

바. (마)까지의 과정에서 반복재현성이 적합한 경우, 점검대상 간이측정기와 기준측정기의 시료도입부(Inlet)를 같은 위치에 설치한다.

사. 점검대상 간이측정기와 기준측정기의 측정회수는 20회 이상으로 하여 다음 식에 따라 정확도를 산정한다.

$$|d_j| = \left| \frac{\bar{C}_j - \bar{R}_j}{\bar{R}_j} \right|$$

여기서, \bar{R}_j : 현장점검용 기준측정기의 평균농도

\bar{C}_j : 점검대상 간이측정기의 평균농도

$|d_j|$: 측정기간 |오차|

j : 측정회수(1, 2, ..., 20)

단, 기준측정기의 평균농도가 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 경우는 다음 식에 따라 d_j 를 구한다.

$$|d_j| = \left| \frac{\bar{C}_j - \bar{R}_j}{15} \right|$$

$$\text{정확도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J |d_j| \right) \times 100 \text{ (\%)}$$

II. 반입성능점검 방법

1. 일반사항

가. 본 성능점검방법은 간이측정기를 성능인증기관에 반입하여 성능점검 기준 유지여부를 판단하기 위한 시험절차이다.

나. 입자발생장치는 청정공기 및 표준입자를 주입 또는 발생시켜 간이측정기 시료도입부 내에 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 초미세먼지(PM-2.5) 농도를 발생 및 유지 시킬 수 있는 구조여야 한다.

2. 성능점검 방법

가. 입자발생장치를 통해 입자가 제거된 공기를 공급하여 측정 농도가 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하가 되도록 한다.

나. 입자발생장치를 작동시켜 안정화 후, 표준입자를 주입시켜 최대 30분 동안 측정한다.

다. 종료되면 입자발생장치의 작동을 중지하고 미세먼지 간이측정기의 측정 결과를 확인하고 아래 식에 따라 d_i 를 계산한다.

라. 가목~다목 과정을 3회 반복 수행한 후 반복재현성을 평가하여 가장 작은 값으로 시행규칙 별표 2의2에 따라 적합/부적합 여부를 평가한다.

$$|d_i| = \left| \frac{a_i - \bar{a}}{\bar{a}} \right|$$

여기서, i : 측정차수(1, 2, 3)

a_i : 측정차수(i)의 기울기

\bar{a} : 전체 측정차수의 기울기 평균

$|d_i|$: 측정차수(i)의 |오차|

$$\text{반복재현성}_i = (1 - |d_i|) \times 100 (\%)$$

마. (라)까지의 과정에서 반복재현성이 적합한 경우, 별표5에 따라 등가성평가를 수행한다. 점검대상 간이측정기와 기준측정기의 측정회수는 20회 이상으로 하여 다음 식에 따라 정확도를 산정한다.

$$|d_j| = \left| \frac{\bar{C}_j - \bar{R}_j}{\bar{R}_j} \right|$$

여기서, \bar{R}_j : 반입점검용 기준측정기의 평균농도

\bar{C}_j : 점검대상 간이측정기의 평균농도

$|d_j|$: 측정기간 |오차|

j : 측정회수(1, 2, ..., 20)

단, 기준측정기의 평균농도가 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 경우는 다음 식에 따라 d_j 를 구한다.

$$|d_j| = \left| \frac{\overline{C}_j - \overline{R}_j}{15} \right|$$
$$\text{정확도} = \left(1 - \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J |d_j| \right) \times 100 \text{ (\%)}$$