

광산란법 미세먼지 계측기의 현장 적용성 평가에 관한 연구

A Study on the Field Application of particulate matter Measurement Instruments in Light Scattering Method

유보림¹ · 이충원² · 임효진³ · 태성호^{4*}

Liu, Bao-lin¹ · Lee, Chung-Won² · Lim, Hyo-Jin³ · Tae, Sung-Ho^{4*}

Abstract : Now, there are many cases where materials are maintained at construction sites or standard construction prices are not in accordance with the applicable regulations, resulting in a lot of fine dust. Therefore, a particulate matter measurement system is applied not only to manage particulate matter at construction sites but also to reduce particulate matter. This study aims to evaluate the applicability of this particulate matter measurement system to the construction site through long-term measurement experiments using a light scattering method particulate matter measurement instrument at the construction site.

키워드 : 건설현장, 미세먼지 계측기, 광산란법

Keywords : construction site, particulate matter measuring instrument, light scattering method

1. 서론

미세먼지는 직경 10 μm 이하의 입자상 물질을 뜻하며 직경 2.5 μm 이하의 초미세먼지의 경우 인체에 악영향을 끼치는 1급 발암물질로 관리가 되고 있다. 미세먼지 배출원 중 건설공사에서 발생하는 비산먼지 배출량은 전체 비산먼지 배출량의 33%로 나타났으며 건설현장의 체계적인 미세먼지 관리가 요구되고 있다[1]. 건설현장은 비산먼지 발생의 변화폭이 크고 배출원이 다변화한다는 특징이 있어 다지점에서 실시간 모니터링이 가능한 미세먼지 계측 시스템이 필요한 실정이다[2]. 따라서 본 연구에서는 건설현장 특화 실시간 미세먼지 통합 관리 시스템 개발 연구의 일환으로 건설현장 특화 광산란법 미세먼지 계측기의 현장 적용성을 평가하였다. 이를 위해 1년간의 실외 장기 계측 실험을 수행하였으며 측정 결과를 정확성, 안정성, 편의성의 측면에서 분석하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1 건설현장 특화 광산란법 미세먼지 계측기

본 연구에서 적용한 건설현장 특화 광산란법 미세먼지 계측기(이하 CPMS 계측기)는 실시간 계측을 위해 광산란법 측정방식을 채택하였으며 소형화를 위해 내부 히팅장치를 제거하고 습도에 의한 오차를 보정하기 위한 보정 계수를 적용하였다. 또한 계측기 간이 측정기 성능인증 2등급을 취득하였으며 건설현장에서의 원활한 다지점 계측을 위해 이동식 전원 공급방식과 무선 통신 방식인 RS485 방식을 채택하여 기존 미세먼지 계측기의 단점을 보완하고 건설현장의 특성을 반영하도록 개발되었다.

3. 광산란법 미세먼지 계측기 현장 적용성 분석

3.1 광산란법 미세먼지 계측기 정확성 분석

본 연구에서는 그림 1, 2와 같이 CPMS(Construction Particulate Monitoring System)계측기를 실외에 설치하여 장기 계측 실험을 수행하였으며 광산란법 미세먼지 계측기의 특성상 높은 습도에 의해 계측 결과에 오차가 발생할 가능성이 있어 상대 습도 80%이상의 측정 데이터를 제외하였다. 측정결과는 한국환경공단에서 제공하는 동일지역의 미세먼지 계측 데이터와 그림 3과 같이 비교 분석하였으며 평균 오차율은 10%로 본 연구에서 적용한 CPMS 계측기는 습도 80% 이하 구간에서 신뢰 가능한 것으로 분석되었다.

1) 한양대학교 에리카 스마트시티공학과 석사과정

2) 한양대학교 에리카 스마트시티공학과 석박사통합과정

3) 한양대학교 에리카 지속가능 스마트시티 연구센터 박사 후 연구원, 공학박사

4) 한양대학교 에리카 건축학부 교수, 공학박사, 교신저자(jnb55@hanyang.ac.kr)



그림 1. CPMS 계측기 구성



그림 2. CPMS 계측기 현장 사진

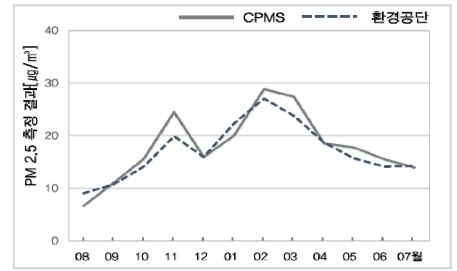


그림 3. 계측 결과 분석

3.2 광산란법 미세먼지 계측기 안정성 분석

미세먼지 계측기의 안정성 분석은 외부 환경에 긴 시간 노출되는 건설현장의 특성에 따라 유지관리가 필요한 기간을 파악하고 동일한 배출원에 대한 오차를 최소화하는 것을 목적으로 수행하였다. 이를 위해 월 평균 미세먼지 농도 차이 및 시간당 미세먼지 농도를 분석하고 계측기 간 농도 차이가 큰 지점에 계측기를 추가로 설치하여 측정 농도를 분석하였다. 분석결과 월 평균 미세먼지 농도 경향은 유사하게 나타났으나 계측기 간 측정 농도에 차이가 발생하였고 3개월 주기로 오차율이 증가하는 경향이 나타나 필터 교체를 실시하였다. 시간별 농도의 경우 10시와 17시의 미세먼지 농도가 높은 것으로 나타났으며 이는 출퇴근 차량에 의한 미세먼지 발생에 기인한 것으로 사료된다. 또한 동일 지점에서 진행한 비교 실험 결과 추가로 설치한 계측기와 유사하게 측정되는 것으로 분석되어 동일한 배출원을 대상으로 하더라도 측정 위치에 따른 결과가 상이할 가능성이 있는 것으로 판단된다.

3.3 광산란법 미세먼지 계측기 편의성 분석

본 연구에서 적용한 CPMS 계측기는 기존 실외 미세먼지 계측기를 개선하여 제작된 것으로 계측기의 크기에 영향을 미치는 내부 히팅장치를 제거하여 소형화하고 배출원이 다변화하는 건설현장의 특성을 고려하여 이동식 전원 공급이 가능하도록 설계되었다. 또한 외부 환경에서의 데이터 송수신을 위해 최대 300m까지 송수신이 가능한 RS485 통신 방식을 채택하여 편의성을 확보하였다.

4. 결론

본 연구는 건설현장 특화 미세먼지 통합 관리 시스템 개발 연구의 일환으로 CPMS 계측기의 장기 계측 실험을 수행하고 PM 2.5의 측정 결과를 분석하여 정확성, 안정성, 편의성 측면의 현장 적용성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 상대 습도 80% 이상 또는 우천시의 이상치 데이터를 제외한 PM 2.5의 측정 결과는 한국환경공단의 데이터와 평균 오차율이 10% 이내 해당 구간에서의 미세먼지 계측 농도는 신뢰 가능한 것으로 판단된다.
- 2) 장기 계측 실험의 월 평균 미세먼지 농도 및 시간별 미세먼지 농도를 비교한 결과 6개의 계측기 모두 유사한 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.
- 3) CPMS 계측기는 내부 히팅장치를 제거하여 소형화 하였으며 다양한 배출원에 대응이 가능하도록 이동식 전원 공급 방식을 채택하였다. 또한 무선 통신 방식인 RS485 방식을 채택하여 건설현장에서 사용하기 위한 편의성을 확보한 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NO.2021RA2C2095630)

참고문헌

1. 김현식. 건설 현장 미세먼지 예측 평가 및 IoT 기반 모니터링 통합 관리 시스템 개발에 관한 연구. 한양대학교 대학원 박사학위논문. 2022.
2. 장타오, 김대건, 이몽. 공사 비산먼지 오염 모니터링 및 분석. 중국 환경 보호 산업. 2023. 제1권. p. 63-72.