

PA56) 트레일러 시스템을 이용한 차량 속도 및 측정 위치에 따른 도로재비산먼지 측정

Real-Time Measurements of Re-suspended Dust from Paved Road according to Vehicle Speed and Sampling Position Using the Trailer System

한세현 · 조 훈 · 최민석 · 이수빈¹⁾ · 정용원

인하대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경과학원 대기총량과

1. 서 론

서울과 인천 등 수도권 지역의 미세먼지 오염에 도로재비산먼지에 의한 기여가 큰 것으로 추정되고 있으며, 이를 제도적으로 관리하기 위해 국내에 적합한 배출계수 및 배출량 산정방법을 마련하기 위한 연구가 필요할 실정이다. 최근 국내에서는 이동먼지측정시스템의 실시간 silt loading 측정방법을 이용하여 배출계수를 개선하기 위한 연구가 수행되고 있다(한세현 등, 2007; 국립환경과학원, 2006). 한편 미국에서는 기존의 EPA AP-42의 방법론과 차량기반의 실시간 배출계수 측정방법의 상호비교연구를 비롯한 도로재비산먼지 배출계수의 신뢰성을 향상시키기 위한 연구가 수행되고 있다(Langston et al., 2007).

본 연구는 국·내외 연구사례를 검토하여 실시간으로 도로의 silt loading과 도로재비산먼지 배출계수를 동시에 측정하기 위한 시스템을 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 트레일러를 적용한 시범측정시스템을 구성하여 실시간 도로재비산먼지 배출계수의 측정가능성을 검토하였다. 실험은 트레일러를 이동측정차량에 연결한 시범 시스템을 구성한 후, 차량속도 및 샘플링 위치에 따른 차량에 의해 재비산되는 PM₁₀ 농도의 차이 및 변화를 측정하였다. 향후 이러한 시범측정결과를 토대로 실시간 배출계수 측정시스템을 구축하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 실시간 배출계수의 측정원리

트레일러를 이용한 실시간 도로재비산먼지 배출계수 측정방법은 미국 캘리포니아 대학의 SCAMPER (System of Continuous Aerosol Monitoring of Particulate Emissions from Roadways)를 벤치마킹하였으며, 측정원리는 다음과 같다(Fitz and Bumiller, 2005). 먼저 측정차량 전면의 먼지농도(배경 먼지농도, PM₁₀)를 측정하고, 이와 동시에 차량의 후면에 일정 거리를 두고 장착한 소형 트레일러에서 차량 후면의 먼지농도(재비산먼지 농도, PM₁₀)를 측정한다. 다음으로 차량을 주행하면서 실시간으로 측정된 차량의 전면과 후면의 먼지농도(PM₁₀)의 차이에 차량 전면의 면적(여기서, 차량 뒤에서 발생하는 먼지 plume의 수직면적을 을 차량 전면의 면적으로 가정함)을 곱하여 도로재비산먼지 배출계수를 계산한다.

2.2 트레일러를 이용한 시범 측정시스템 구축 및 실험방법

본 연구에서는 시범측정을 위해 최대한 간략하게 측정시스템을 구성하였다. 실험에 적용한 소형 트레일러의 크기는 길이 약 3.9m, 너비 약 1.5m, 높이 약 1m이며, 이동차량에 견인장치로 연결하였다. 샘플링 위치에 따른 비산먼지 농도를 파악하기 위해 폭 1m, 길이 1.6m, 높이 1.2m의 앵글을 트레일러에 설치하였으며, 필요에 따라 샘플링 위치를 변경할 수 있도록 구성하였다. PM₁₀ 측정은 DustTrak(#8520, TSI) 4대를 이용하여 1초 간격으로 측정하였다. 본 실험에서는 앵글에 의한 영향은 고려하지 않았으며, 차량 배기가스의 영향을 배제하기 위해 배기관을 트레일러 뒤쪽으로 연결하여 지면으로 배기가스가 유출되도록 하였다.

본 연구는 2007년 7월 5일, 6일의 야간에 송도 신도시 외곽의 차량 통행이 거의 없는 왕복 4차로 포장도로에서 측정구간을 왕복(route 1, route 2)하며 실험을 수행하였는데, 측정일의 기상조건은 바람이 거의 불지 않고, 상대습도가 높은 편이었다. 실험은 트레일러에 설치한 앵글을 이용하여 샘플링 위치를 변화시키면서 차량 속도에 따른 비산먼지 농도를 측정하였다. 차량 후면의 샘플링 위치는 수평방향의 경우 차량의 중심(center)과

일치하도록 하였으며, 차량 뒤에서의 거리가 2.1m, 2.9m, 3.7m인 경우(Test 1)와 지면으로 부터의 높이가 0.9m, 1.4m, 1.7m 인 경우(Test 2)를 비교하였다. 차량속도는 30, 40, 50, 60km/h의 4단계로 변화시키면서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Test 1 실험결과 중 측정차량의 주행속도별로 배경먼지농도와 2.1m 후면(probe 1)에서의 비산먼지 농도 변화를 나타낸다. 그림을 보면 측정차량이 가속과 감속할 경우 비산먼지 plume이 크게 발생하는 것을 볼 수 있으며, 가속할 경우가 감속할 경우보다 그 정도가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 차량속도가 증가하면서 재비산먼지 농도가 증가하는 것을 살펴볼 수 있다.

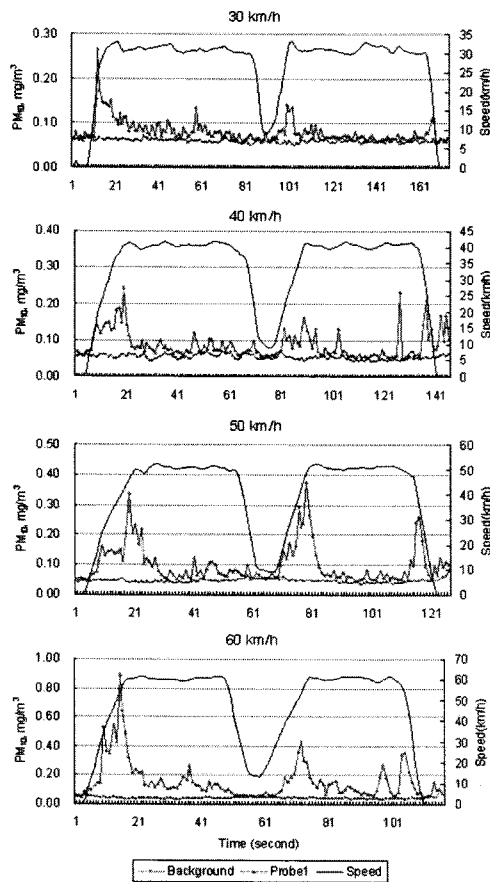


Fig. 1. Measurements of background and re- suspended road dust(probe 1) according to vehicle speed(Test 1).

그림 2는 route 2(북->남)에서 측정된 Test 1과 Test 2의 결과를 보여주는데, 가속과 감속구간을 제외한 정속구간의 데이터만을 선별하여 평균화 한 것이다. 측정결과를 보면 차량속도가 증가할수록 비산먼지 농도가 거의 모든 위치에서 증가한 것을 살펴볼 수 있으며, 속도에 따라 다소 차이가 있지만 측정거리 2.9m, 측정높이 0.9m의 위치에서 상대적으로 높은 비산먼지 농도를 나타냈다. 배경먼지와 의 농도차이는 최소 $29\mu\text{m}^3$ (차량속도 약 30km/h)에서 최대 $128\mu\text{m}^3$ (차량속도 약 60km/h)으로 측정되었다.

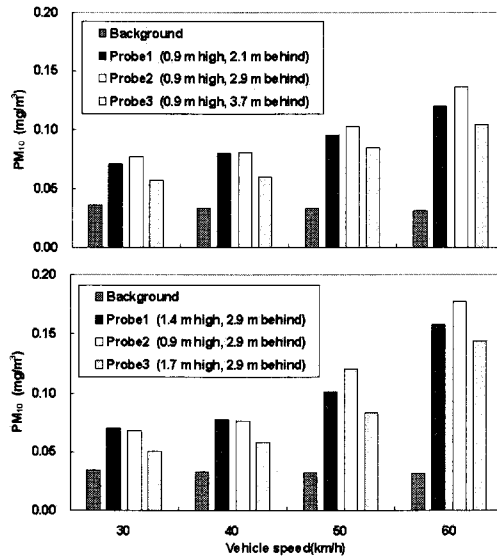


Fig. 2. Measurements of re-suspended road dust according to sampling position and vehicle speed(route 2).

본 연구의 결과는 측정차량 뒤에 연결한 트레일러에서 재비산먼지농도(PM₁₀)의 측정가능성을 살펴본 것으로 향후 실시간 도로재비산먼지 배출계수 측정시스템을 구축하고, 측정하기 위한 가능성을 확인하였다.

사 사

본 연구는 국립환경과학원의 「비산먼지 배출량 산정방법 개발 및 도로재비산먼지 실시간 측정방법 개발(I)」 연구과제로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 국립환경과학원 (2006) CAPSS 비산먼지 배출량 신뢰도 향상을 위한 배출계수 보완, 최종보고서.
- 한세현, 원경호, 장기원, 손영민, 김정숙, 홍지형, 정용원 (2007) 포장도로 재비산먼지 배출계수 산정을 위한 silt loading의 실시간 측정시스템 개발과 적용, 23(5), 계재예정.
- Langston, R., R.S. Merle Jr, D. Hart, V. Etyemezian, H. Kuhns, J. Giles, D. Fitz, K. Bumiller, and D. James (2007) The preferred alternative method for measuring paved road dust emissions for emissions inventories, 16th Annual International EIC, EPA, Raleigh, NC.
- Fitz, D. and K. Bumiller (2005) Measurement of PM₁₀ Emission Rates from Roadways in Las Vegas, Nevada Using a SCAMPER Mobile Platform with Real-Time Sensors, 14th International EIC, EPA, Las Vegas, NV.