

PA34) 차량속도 영향에 의한 도로 표면 먼지의 재 비산에 관한 실험적 연구

An Experimental Study of the Effect of Vehicle Speed on Resuspension of Road Dust

원경호 · 정용원 · 홍지형¹⁾,

인하대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기공학과

1. 서 론

도로에서의 비산먼지는 건설현장 트럭에 의한 토사의 유입, 운반 중에 날리는 토사, 토양의 침식, 겨울철 모래살포, 타이어의 마모등에 의하여 도로표면에 쌓인 먼지가 차량의 운행이나 바람으로 인하여 발생한다. 국내 주요도시 및 산업단지는 대부분이 포장도로로서 주변환경에서 유입되는 먼지와 함께 차량의 운행으로 인한 비산먼지(Fugitive dust)의 영향이 지대하며, 건설현장에서 발생하는 비산먼지와 함께 도시·산단지역의 미세먼지 배출량에 큰 기여를 하는 것으로 조사되었다. 배출량산정방법에는 현재로서는 많은 부정확성을 내포하고 있지만 대략 비산먼지(포장도로, 비포장도로, 건설현장, 농업활동)의 기여도가 연소과정에서 발생하는 미세먼지(유류보일러 및 산업공정)보다 최대 10배 가량 큰 것으로 나타났다. 각 지역별로는 대략 서울이 최대 80%, 인천이 최대 60%의 기여도로써 포장도로에서 차량 운행으로 인한 비산먼지 배출량이 경인지역의 미세먼지 배출량에 가장 큰 기여를 하고 있는 것으로 조사되고 있다(국립환경연구원, 2002).

차량운행으로 포장도로에서 발생하는 비산먼지량은 3 가지 중요 인자인 포장도로 표면의 silt loading, 차량 평균무게, 차량 속도에 의존한다(Kuhns *et al.*, 2001). 한편, 국내 비산먼지에 대한 조사 및 연구가 거의 전무하고, 또한 차량운행으로 발생하는 비산먼지량 산정시 비산먼지 잠재발생능력의 척도가 되는 silt loading의 국내 자료가 전혀 없는 관계로 이에 관한 실측자료가 시급히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이동측정차량의 측정원리를 이용하여 포장도로에서의 silt loading 값을 산정하는 방법론의 중간 과정으로 차량속도 영향에 의한 도로표면 먼지의 재 비산을 실험적으로 연구하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 진공정소기를 이용한 silt loading(sL) 측정방법의 대안 또는 보완으로 최근 미국에서 시험적으로 시행하고 있는 이동측정차량을 이용한 방법(TRAKER method)을 국내에 적용하여 차량속도 영향에 의한 도로표면 먼지의 재 비산 정도를 직접적으로 측정하고자 하였다. 먼지농도 측정기(DustTRAK) 한대는 차량의 후드 전면에 장착하여 차량운행 중에 차량 전면의 먼지농도를 측정하였고, 다른 한 대는 자동차 앞 타이어 바로 뒤 부분에 장착하여 먼지농도를 측정하였다. 따라서 두 대의 먼지농도 측정기에서 측정된 먼지농도의 차이가 주행 중인 차량의 타이어에 의해 재 비산되는 비산먼지 농도에 연관이 되고, 이는 도로의 표면의 먼지와 연관이 된다는 것이 그 기본원리이다. 측정 대상으로 위

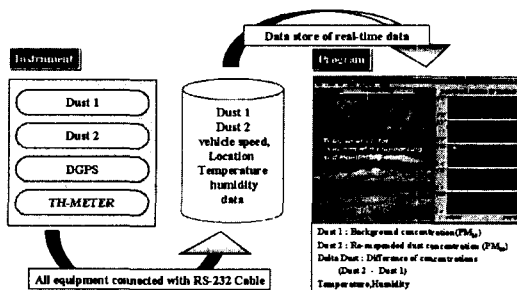


Fig. 1. Scheme of data acquisition.

치는 차량통행이 없고, 차량 전면의 wake로 인한 영향도 없으며 많은 속도에 대해 반복실험이 가능한 인천의 D 자동차 출고장(가로 200 m, 세로 300 m)을 사전 실험장소로 선정하였다. 또한 사전 실험 결과를 바탕으로 5,000 대/일 이상인 교통량, 연구원의 안전과 이동측정차량을 이용한 측정이 가능한 거리, 도로 표면의 먼지 부하량등 3 가지 인자 및 측정 가능성을 고려하여 남동공단 내에 위치한 실제도로를 선정 후, 차량의 속도를 도로의 교통량의 흐름에 무관하게 30 km/h, 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h로 유지하면서 반복 실험을 수행하였다. 차량의 순간속도와 위치를 추적하기 위

해 DGPS(Differential Global Positioning System)를 사용하였으며, 그림 1과 같이 효율적인 Data Acquisition을 위해 차량의 위치 및 속도정보와 두 대의 먼지농도측정기에 의한 농도값을 실시간으로 동기화하여 측정된 data를 그래프로 표시, 실시간으로 인공위성 지도위에 이동측정차량의 이동경로를 추적, 매 초간격으로 저장할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

사전 실험 장소에서의 측정결과, 자동차 운행에 따른 재비산 먼지농도(두 먼지농도의 차이, Δ Dust)와 차량의 속도의 관계는 그림 2와 같은 경향을 보였다. 즉, 이동측정차량의 속도가 증가함에 따라 측정된 농도값이 비선형적으로 증가됨을 보여주고 있다. 또한 전통적인 방법인 진공청소기를 이용한 silt loading 값은 1.13 g/m^2 로 분석되었다. 이는 측정도로에서의 silt loading 값이 동일하다고 가정한다면, 차량의 속도가 차량운행으로 인한 포장도로에서 발생하는 비산먼지 농도에 큰 영향을 주는 것을 의미한다. 또한, 남동공단 내에 위치한 실제 도로에서의 측정 결과, 그림 3과 같이 속도가 증가함에 따라 측정된 농도값이 비선형적으로 증가됨을 보여주고 있으며, 상관계수(R^2)이 0.58로 다소 낮은 이유는 측정시 도로 표면의 silt loading 값이 균일하지 않은 것으로 판단된다. 재래식 방법에 의한 silt loading 값은 $1.91 \sim 3.71 \text{ g/m}^2$ 로 측정되었다. 따라서 현재로서는 미국 EPA의 비산먼지 산출식에서 차량의 속도가 고려되지 않고 있는데, 향후 어떤 방식으로든가 차량속도가 비산먼지 배출량 산정에 포함되어야 할 것으로 판단된다. 향후 이를 이용하여 차량의 주행속도, 비산먼지 농도값과 silt loading 간에 상관관계식을 도출한다면, 이동측정차량을 이용하여 실시간으로 도시/산단지역의 silt loading 값을 측정할 수 있으며, 이를 바탕으로 포장도로에서 발생하는 비산먼지 저감을 위한 정책수립 및 먼지오염관리를 효과적으로 할 수 있을 것이다. 또한 장기적인 데이터가 수집되면 이를 이용하여 silt loading 값의 시간적, 지역별 변화 추이에 대한 데이터베이스도 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

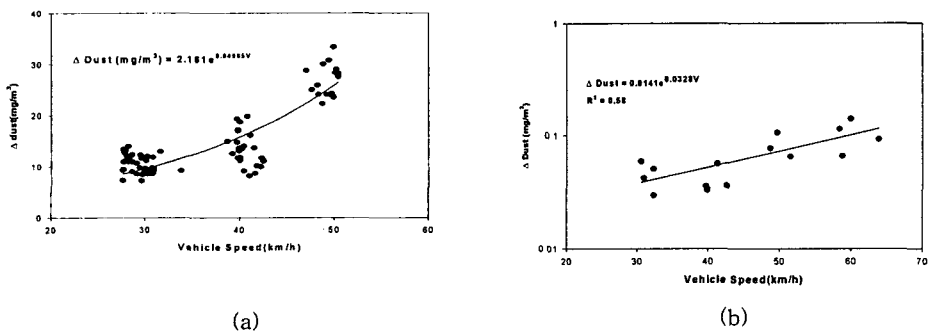


Fig. 2. Relationship between road dust concentration(Δ Dust) and vehicle speed in vacant parking lot(a) and actual paved road of Nam-Dong industrial complex(b).

사 사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 "도시/산단 지역에서의 미세먼지 배출계수개발 및 inventory 작성과 배출량 산정연구"(과제번호:2002-01002-0016-0)지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

국립환경연구원(2002), 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정연구.
 Kuhns, H, Etyemezian, V, Landwehr, D, MacDougall, C, Pitchford, M, Green, M.(2001) Testing Re-entrained Aerosol Kinetic Emissions from Roads(TRAKER): A new approach to infer silt loading on roadways. *Atm. Env.* 35/16, 2815-2825.