

### 3C2) 이동측정차량을 이용한 도로 표면 먼지부하량 (silt loading)의 측정

## The Measurement of Silt Loading on Paved Roads Using a Moving Vehicle

장기원 · 한세현 · 허화영 · 홍지형<sup>1)</sup> · 정용원  
 인하대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경연구원 대기공학과

#### 1. 서 론

도시·산업단지 지역의 비산먼지는 다양한 배출원을 통해 발생되며, 비산먼지의 배출원별 기여도는 도로에서 차량운행으로 인하여 발생하는 비산먼지가 최대 80%가량으로 타 배출원에 비해 압도적으로 많은 것으로 보고 되고 있다(국립환경연구원, 2002).

본 연구의 궁극적인 목적은 포장도로의 silt loading 값을 측정하여 이를 U.S EPA AP-42의 비산먼지 배출량 산정식에 적용하여 미세먼지 배출계수를 우리나라 현실에 맞게 산정하고자 하는 것이다. 이를 위해 최근 배출계수 산정에 있어서 silt loading 측정법 중 통상적으로 시행되고 있는 vacuum swept method의 대안으로 미국에서 시험적으로 시행하고 있는 TRAKER(Testing Re-entrained Aerosol Kinetic Emission from Road) method를 국내에서의 적용성 평가를 위하여 연구 중에 있다. 또한 이동측정차량을 이용한 silt loading 측정이 성공적으로 이루어진다면, 국내 현실에 맞는 배출계수가 개발되는데 중요한 자료가 될 것이다. 이는 곧 우리나라의 대기질 관리정책 및 도시·산업단지의 체계적인 개발계획의 근간을 이루게 될 것으로 사료된다.

#### 2. 연구 방법

##### 2. 1 이동측정차량 필요성 및 측정원리

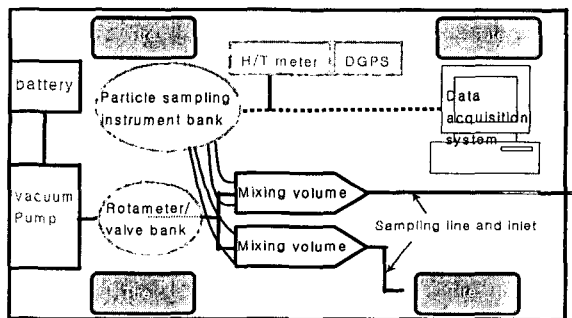


Fig. 1. Scheme diagram of moving vehicle with sampling system.

silt란 기하학적 직경이 75 $\mu$ m이내의 먼지를 말하는 것으로, 포장도로에 쌓인 silt는 차량의 주행으로 대기 중으로 재 비산되어 주변의 미세먼지 농도를 증가시키는 원인이 된다. 따라서 포장도로에서 비산먼지 배출량을 산출하기 위해서는 silt loading 값이 중요한 인자가 된다.

도로 표면에 silt loading을 측정하기 위해 일반적으로 이루어지고 있는 측정법으로는 도로에서 차선을 단위구역으로 설정하고 이를 채취하여 분석하는 vacuum swept method가 있다. 이 측정법은 측정 빈도가 현실적으로 제한되며, 통행량이 매우 많고 자동

차의 운행속도가 매우 빠른 고속도로나 도심 한가운데에서 수행하기란 현실적으로 매우 어렵다. 또한 연구원들의 교통사고의 위험이 상존한다. 이와 같은 단점을 극복하면서, 실시간으로 특정도로의 silt loading 값을 측정할 수 있는 방법이 이동측정차량시스템이다. 측정원리는 두 대의 먼지농도측정기를 사용하여 차량에서 발생하는 비산먼지 양을 측정함으로써 간접적으로 도로의 silt loading 값을 추정하는 방식이다. 즉, 먼지농도 측정기 한 대는 흡입구를 전면에 장착하여 배경농도를 측정하고, 다른 한 대는 자동차 앞 타이어 바로 뒤에 흡입구를 장착하여 주행 중인 차량에서 비산되는 비산먼지를 측정할 수 있도록 한 것이다. 따라서 두 대의 먼지농도의 차이가 자동차 타이어에서 발생한 비산먼지의 농도로 환

산되는 원리를 이용하였다.

### 2. 2 측정 방법

이동측정차량을 이용한 silt loading의 간접 측정이 이루어지기 위해서는 재래식 방법으로 측정된 도로의 silt loading 값과 차량으로 측정된 먼지농도와의 상관관계를 파악하고 이를 비교적 정확한 상관관계식을 만들 수 있어야 한다.

실험방법은 우선 측정 대상도로를 선정하고, 선정된 도로에서 재래식 방법을 통한 silt loading 값과 이동측정차량을 이용하여 data를 수집한다. 마지막으로 수집된 data와 재래식 방법의 의한 silt loading 값과의 상관관계식을 도출하는 것이다. 측정 대상도로는 SCC(Source Classification Code) 분류에 의해 일일 교통량이 5,000대/일 이상의 H-ADT(High Average Daily Traffic) 도로이며, 지역적 특징을 잘 나타내는 인천시 남동공단, 서부공단, 제재단지 및 수출 공단 (이상 공업단지), 연수동 주택가(주거지역), 월미도(상업지역) 등지의 도로를 선정하였다. 사전모의 실험 결과 이동측정차량의 속도가 증가할수록 Δdust 값은 급격하게 증가되었다. 따라서 속도 인자를 상관관계식에 포함하기 위해서 측정도로에서의 차량 속도를 도로의 교통량의 흐름과 무관하게 30km/h, 40km/h, 50km/h, 60km/h로 가능한 유지하면서 반복 실험(N=15)을 수행하였다.

### 3. 결과 및 고찰



Fig. 2. silt loading values that measured moving vehicle in Incheon city.

향후 이러한 자료를 바탕으로 인천뿐만 아니라 우리나라의 도시를 대표하는 서울 지역 측정 등을 통해 보다 정확하고 체계적으로 측정할 예정이다.

속도의 영향을 보정한 Δdust의 값과 재래식 방법으로 구한 silt loading 값을 비교하면 그림 2와 같은 그래프가 나오며 다음과 같은 상관관계식을 얻을 수 있다.

$$silt\ loading = 0.1527e^{(4.9004\Delta Dust^*)} \quad (1)$$

위 (1) 식을 이용하여 인천시 주요 포장도로에서 약 3시간 정도 이동측정차량으로 silt loading 값을 측정을 하였다. 그 결과 그림 2와 같이 인천시의 대표적인 먼지 우심 지역으로 분류되는 남동공단, 서부공단, 북항 그리고 월미도 주변 사료 하역장 및 목재하역장 부근에서 예상대로 높은 silt loading 값을 나타내었다. 이는 기존 재래식 방법으로 측정되는 포장도로의 silt loading 값을 보다 짧은 시간, 광역적으로 측정할 수 있는 이동측정차량시스템이 성공적으로 작동되고 있다는 것을 반증하는 중요한 자료가 된다. 또한 이를 통해 포장도로의 대도시의 비산먼지 관리 등에 많은 적용가능성이 있음을 시사하고 있다. 즉, 먼지 우심 지역은 이동측정차량을 사용하면 용이하게 찾아낼 수 있고, 이는 해당 지역의 근처에 비산먼지 거대 오염원이 존재함을 알려준다. 또한 배출계수 산출시 중요한 인자인 silt loading 값이 국내 실정에 보다 적합하게 측정됨으로써, 배출계수의 정확도의 질(Quality)을 높일 수 있게 되었다.

### 사 사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 “맑고 안전한 공기에서의 미세먼지 배출계수개발 및 inventory 작성과 배출량 산정연구”(과제번호:2004-01002-0016-0)지원에 의하여 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- 국립환경연구원 (2003) 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정연구.
- 김현구, 정용원, 홍지형 (2004) 전국 시도별 비산먼지 배출량 산정, 한국대기환경학회지, 20(2), 263-276.
- 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.