

PB6) 이동먼지측정장비를 이용한 인천시 주요 공업지역 포장도로의 먼지부하량(Silt Loading) 실시간 측정(2005년도)

A Study on the Real-Time Measurement of Silt Loading of Industrial Paved-Roads Using the Mobile Dust Monitoring System in Incheon(2005)

한세현 · 손영민 · 홍지형¹⁾ · 정용원
인하대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경과학원

1. 서 론

최근 미세먼지 배출량에 크게 기여하고 있는 비산먼지 배출량 산정을 위한 연구들이 국내외에서 진행되고 있다. 포장도로의 비산먼지 배출계수는 현재로서는 미국 EPA AP-42의 경험식을 통해 산출되는데, 계산에 필요한 정보는 통행차량 평균무게(W)와 silt loading(도로표면에 쌓여 있는 기하학적 직경 75 μ m 이하의 먼지)이다. 국내의 비산먼지 배출량 산정 관련 연구들은 AP-42 등에서 제시한 silt loading 값을 잠정적으로 적용해 산출하고 있어 부정확성을 내포하고 있다. 따라서 포장도로 비산먼지 배출량 산정을 위해 국내 실정에 맞는 silt loading 값을 측정하는 것이 필요하다. Silt loading 측정방법으로는 재래식 방법(vacuum swept method)을 시행하고 있으나, 교통을 차단해야 하고 많은 시간과 비용 등이 소요되는 단점이 있다.

본 연구에서는 이동먼지측정장비를 이용한 실시간 silt loading 측정에 대한 선행연구(장기원 등, 2004)를 기반으로 인천의 대표적인 공업지역의 포장도로에서 silt loading 측정 변화 특성 등을 측정하여 다른 포장도로와 비교 검토하였으며, 포장도로 배출량 산정에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

이동먼지측정장비의 측정원리는 두 대의 PM₁₀ 먼지농도측정기(DustTrak 8520, TSI)를 사용하여 차량 주행 시에 차량 전면의 먼지농도(Dust1)와 앞 타이어 후면에서 비산되는 먼지농도(Dust2)를 동시에 측정하고, 그 농도 차(Δ Dust=Dust2-Dust1)와 차량의 속도를 이용하여 특정지점의 silt loading 값을 간접적으로 측정하는 방식이다. 본 연구에서는 실제 포장도로에서 재래식 방법과 속도테스트를 통해 회귀분석하여 도출한 다음의 상관관계식을 적용하여 silt loading 값을 산정하였으며, 식 (1)의 Δ Dust*는 속도의 영향을 보정한 Δ Dust 이다.

$$\text{Silt loading (sL, g/m}^2\text{)} = (9.60 \pm 0.77) \Delta \text{Dust}^* \text{ }^{(1.22 \pm 0.08)} \text{ (R}^2 = 0.95, N = 20\text{)} \quad (1)$$

측정 방법으로는 우선 측정도료를 선정하고, 이동먼지측정장비를 이용하여 차량 주행시 포장도로에서 발생하는 비산먼지 농도를 실시간 측정하였다. 그리고 data acquisition system에 저장된 측정데이터에 상관관계식과 데이터처리기준을 적용하여 silt loading 값을 산정하였다. 2004년 12월부터 2005년 9월까지 측정된 데이터 중에서 기상조건 등을 고려하여 낮에 측정된 데이터를 선별하여, 데이터 처리기준에 의해 silt loading 값을 산정하였다(한세현 등, 2005).

3. 결과 및 고찰

그림 1은 인천의 주요 공업지역인 서부·남동 공단, 준공업지역인 월미도, 대표적인 항만인 북항과 주변 간선도로의 silt loading 값의 계절 변화를 비교한 것이다. 전반적으로 겨울철과 봄철의 silt loading 값이 높았으며, 서부공단과 월미도 지역의 포장도로가 계절에 따른 변화 폭이 크게 나타났다. 인천의 경우 봄철에 포장도로에 쌓인 먼지 부하가 많은 것으로 보이며, 강우가 많은 여름에 감소했던 것으로 파

약된다. 공업지역의 silt loading은 주변 간선도로에 비해 계절별로 2~4배 정도 높은 결과를 보였다. 2004년도 가을 측정결과와 2005년 가을(9월) 측정결과를 비교해 보면 전반적으로 silt loading 값이 감소한 것으로 조사되었으며, 추가적인 측정을 통해 확인할 계획이다.

표 1은 2005년 3월에 이동측정장비를 이용한 각 지역별 silt loading 값을 나타낸 것이다. 공업지역 평균 silt loading은 $0.48\text{g}/\text{m}^2$ 으로 조사되었으며, 주거지역인 연수동에 비해 약 13배 정도 높은 것으로 나타났다. 수권권 매립지 입구 도로의 경우는 인천지역에서 가장 높은 silt loading 값을 보이고 있는데, 공업지역에 비해 약 2.5배 정도 높고, 주거지역에 비해 약 30배 이상 높은 것으로 측정되었다. 그림 2는 대표적 공업지역인 서부산업단지과 주거지역인 연수동의 실시간 silt loading 측정값을 이용하여 작성한 silt loading map이며, 도로의 먼지 오염도를 뚜렷하게 비교하여 파악할 수 있다.

인천의 경우 주요 공업단지, 항만, 나대지, 매립지 등이 위치하고 있어, 이들 배출원에서 발생하는 먼지들이 도로로 유입될 가능성이 높을 것으로 생각된다. 이동측정차량을 이용한 실시간 측정결과, 매립지 및 공업지역의 도로가 다른 지역의 도로에 비해 먼지 부하가 매우 높은 것으로 나타났다. 결론적으로 이들 지역에 대한 좀 더 강화된 도로 비산먼지 저감대책이 수립되어야 할 것으로 사료되며, 이러한 먼지저감대책에 대한 정책수립과정에서 실시간 이동먼지측정장비가 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

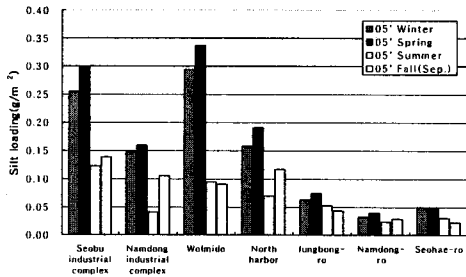
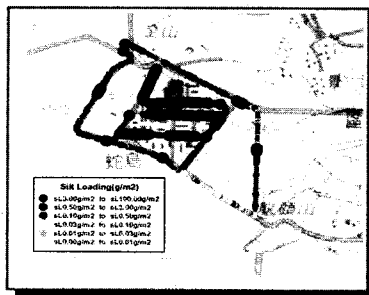


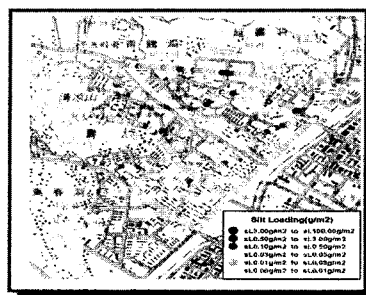
Fig. 1. The seasonal variation of silt loadings measured on paved roads of industrial areas in Incheon.

Table 1. Comparison of silt loading values for the type of paved roads in Incheon (Mar, 2005)

Type of roads	Site	Silt loading(g/m ²)
Industrial	Seobu industrial complex	0.73
Industrial	Namdong industrial complex	0.24
Landfill	Sudokwon landfill	1.21
Residential	Yeonsu	0.04
Expressway	1st Incheon-Seoul expressway	0.02



(a) Seobu industrial complex(March, 2005)



(b) Yeonsudong(March, 2005)

Fig. 2. Comparison of the silt loading maps between industrial area and residential area in Incheon.

사 사

본 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업인 “미세먼지 배출계수개발 및 inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염배출량 산정 연구”(과제번호: 2004-01002-0016-0)지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 장기원 등 (2004) 이동측정차량을 이용한 도로 표면 먼지 부하량(silt loading)의 측정, 한국대기환경학회 2004 추계학술대회 논문집, 217-218.
- 한세현 등 (2005) 이동측정차량을 이용한 서울과 인천의 포장도로에서 실시간 Silt Loading 측정, 한국 입자에어로졸학회 2005년 학술대회 proceedings, 181-182.
- 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. Atmospheric Environment 35, 2815-2825.