

3A2) 포장도로 비산먼지 배출계수 보완을 위한 실시간 silt loading 측정 (2006년 겨울과 봄 측정결과)

Real Time Measurements of Paved Road Silt loading for Improvement of Paved Road Emission Factor

한세현 · 손영민 · 조 훈 · 정용원 · 김대곤¹⁾

인하대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경과학원 대기총량과

1. 서 론

그동안 대기보전정책수립 및 대기예측 모델링 등의 연구목적으로 비산먼지 배출량이 산정되어 왔다. 그러나 활동도 등의 기초 자료와 산정방법에서 사용되는 인자들의 부정확성으로 인하여 국내 비산먼지 배출량 산정결과의 신뢰성에 대한 문제제기가 있어 왔다. 이러한 이유로 대기보전정책지원시스템(이하 CAPSS; Clean Air Policy Support System)에서는 수도권 지역 미세먼지(PM₁₀) 배출량에 크게 기여하는 것으로 추정되는 포장도로 비산먼지 배출량 결과를 외부자료 제공서 제외하고 있는 실정이다. 현재 CAPSS에서 산정되는 미세먼지 배출량 자료의 신뢰성을 보다 향상시키기 위해서는 비산먼지 배출량자료가 포함되어야 하며, 이를 위해서는 비산먼지 배출계수 산정식에 사용되는 관련인자의 정확도와 질을 향상시키는 것이 필수적이라 사료된다.

일반적으로 포장도로 비산먼지의 배출계수 및 배출량을 산정하기 위해 미국 EPA AP-42의 배출계수 식(predictive emission factor equation)을 사용하고 있으며, 포장도로 단위면적 당 쌓여 있는 먼지(silt < 75 μ m) 양인 silt loading(g/m²)과 해당도로를 통행하는 차량의 평균무게(ton)가 중요한 인자(factor)로 작용한다(EPA, 2003). 본 연구에서는 국내 실정에 맞게 배출계수를 보완하기 위해 이동먼지측정시스템(mobile dust monitoring system)을 이용하여 수도권 지역인 서울시, 인천시, 경기도 안산시의 주요 포장도로를 대상으로 silt loading을 측정하고, silt loading 값에 영향을 미치는 도로특성들을 살펴보았으며, 측정결과를 바탕으로 도로등급(시도, 고속국도, 일반국도)에 따른 대표적인 silt loading 값을 제시하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 측정도로로는 대표적인 대도시인 서울시와 산업·항구도시인 인천시, 그리고 반월공단이 위치해 있는 안산시의 주요 포장도로를 선정하였으며, 2006년 겨울(1, 2월)과 봄(5, 6월)철의 강우 및 황사가 없는 날을 택해 측정을 수행하였다. 또한 고속국도(제1, 2경인, 서울외곽), 일반국도(42번, 77번)에 대한 silt loading 값을 측정하였다. Silt loading 측정은 이동먼지측정시스템을 이용하였으며, 상관관계식과 데이터 처리기준을 적용하여 유효데이터를 선별하였다(한세현, 2006).

구체적인 분석을 위해 측정도로를 사거리 또는 교차로 등을 기준으로 최소 500 m 이상의 도로구간(road segments)으로 구획하였으며, 각 구간의 평균치를 해당구간의 silt loading 값으로 하였다. 참고로 측정도로구간의 왕복 차로수는 1~12차로였으며, 표 1과 같이 4개 차로수로 분류하였다. 측정도로의 도로특성조사는 봄철에만 수행되어, 봄 측정결과만을 이용하여 도로특성에 따른 silt loading 값을 살펴보았다. 시도(특별시도)의 대표 silt loading 값을 제안하기 위해 서울시와 인천시의 겨울과 봄 측정 자료를 이용하였으며, hot spot data가 있는 도로구간은 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 봄철(5월, 6월)에 서울, 인천, 안산시에서 측정된 총 239개 도로구간(서울:106개, 인천:74개, 안산:56개)의 silt loading 값을 도로특성에 따라 분류하여 비교한 것이다. 참고로 건설공사가 있었던 3개 구간의 silt loading 값이 1.0 g/m² 이상으로 상대적으로 매우 커서 다른 도로특성을 비교할 때에는 이를 제외하였다. 측정결과 포장도로의 silt loading은 노상주차, 건설공사, 커브길 등에 의해 영향을 받아 증가하

는 것으로 나타났으며, 차로수가 증가할수록 silt loading 값이 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 차로수는 교통량과 비례관계가 있음을 가정할 수 있으며, 여기서 silt loading 값이 교통량에 반비례하는 것을 간접적으로 확인할 수 있다.

표 2는 2006년 겨울과 봄에 측정된 특별시도, 일반국도, 고속국도의 평균 silt loading과 범위를 나타낸 것이다. 특별시도의 경우 서울과 인천의 총 119개 도로구간을 선정할 결과 평균 silt loading 값은 0.08 g/m²으로 계산되었으며, 일반국도의 경우 이와 유사한 결과를 보였다. 교통량이 많고 차량들의 주행속도가 높은 고속국도의 경우 0.011 g/m²로 상대적으로 매우 낮은 silt loading 값을 나타내었다.

측정결과 포장도로 비산먼지 배출계수의 주요 인자인 silt loading 값은 현재 CAPSS에서 사용하는 0.36 g/m² 보다 특별시도의 경우 약 4배 정도 작게 나타났다. 또한 도로특성에 따라 silt loading 값의 차이가 큰 것을 확인할 수 있었다. 따라서 CAPSS에서 국내 현실에 적합한 비산먼지 배출량을 산정하기 위해서는 우선적으로 과대평가 되어 있는 silt loading 값에 대한 수정이 필요할 것으로 사료되며, 향후 좀 더 많은 측정결과를 통해 보다 신뢰성 있는 비산먼지 배출계수가 산정되어야 할 것이다.

Table 1. Average silt loading(g/m²) classified by road segments attributes.

		Average silt loading(g/m ²)	S.D.	# of road segments
Lanes ^a	2 lanes	0.243	0.184	13
	4 lanes	0.131	0.108	73
	6 lanes	0.115	0.081	87
	≥ 8 lanes	0.086	0.047	63
Road parking ^a	Yes	0.122	0.096	157
	No	0.115	0.101	79
Construction ^b	Yes	0.281	0.468	34
	No	0.115	0.087	205
Curbs ^a	Yes	0.129	0.106	37
	No	0.117	0.096	199

^a Total # of road segments : 236 (except of high silt loading data influenced by construction)

^b Total # of road segments : 239

Table 2. Average silt loading(g/m²) classified by road types.

	Special-greater city road	National highway	National expressway
Average silt loading(g/m ²)	0.079	0.071	0.011
S.D.	0.047	0.003	0.002
Range	0.004~0.460	0.017~0.146	0.003~0.017
N*	119	2	2

* Each data is an average of silt loading measured in winter and spring.

사 사

본 연구는 국립환경과학원의 「CAPSS 비산먼지 배출량 신뢰도 향상을 위한 배출계수 보완」 연구과제로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

한세현 (2006) 이동먼지측정시스템을 이용한 포장도로 Silt Loading의 시간적·공간적 변화특성에 관한 실시간 측정 연구, 인하대학교 대학원 석사학위 논문.

U.S. EPA (2003) Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, Research Triangle Park, NC, USA.