

## PB15) 아스팔트 도로포장 배출원의 VOCs 배출계수 개발 및 배출량 산정 연구

### Development of VOCs Emission Factor and Estimation of VOCs Emission from Asphalt Paving

유준영 · 김남규 · 마영일 · 남중식 · 홍지형<sup>1)</sup> · 김조천 · 선우영  
건국대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>국립환경과학원

#### 1. 서 론

국내 일반국도의 포장율은 1990년 86%에서 2000년 말 약 98%로 꾸준한 증가 추세를 나타내고 있으며, 이러한 포장도로의 연장 증가와 함께 포장의 공용 연도에도 노령화 현상이 심화되면서 10년 이상의 공용 연수를 가진 도로 연장 비율은 2000년 말 기준으로 70% 정도를 차지하였다(황성도 등 2001). 도로 포장에는 개질 아스팔트와 컷백 아스팔트가 주로 사용되며, VOCs는 이 중 컷백 아스팔트 내의 용제로부터 배출되는 것으로 조사되었다. 자료에 따르면 아스팔트 도로포장 시 배출되는 VOCs 배출량은, 컷백 아스팔트에 함유된 용제 함유율과 용제의 증발율에 의해 결정된다고 볼 수 있으며, 미국의 배출계수는 이를 반영하여 산정되었다. 그러나 우리나라의 경우 국내의 컷백 아스팔트는 35V%의 중간경화형 이라는 가정 하에 미국의 배출계수를 그대로 사용하고 있는 실정이다. 따라서 국내 아스팔트 VOCs 배출량 산정식에는 몇 가지 문제점이 있다고 볼 수 있으며, 본 연구에서는 이를 보완하고, 국내 아스팔트 도로포장의 VOCs 배출 특성을 충분히 고려한 적합한 계수를 개발하고자 하였다. 이는 기존 배출계수 산정 방법을 그대로 적용하되, 국내 실정을 최대한 반영할 수 있도록 하는데 중점을 두고 진행하였다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 배출계수를 산정하기 위하여 미국 AP-42에서의 연구와 마찬가지로 증발율 실험을 실시하였다. 실험은 온도에 따른 증발율의 변화 정도를 고려하여 측정 시간을 달리하는 방식으로 진행되었으며, 2004년 9월 보름부터 2005년 1월 중순까지 약 120여일 (약 4개월; AP-42의 실험기간과 유사)간 수행되었다. 또한 국내에서 실제 사용되는 컷백 아스팔트를 구입하여, 각각 약간의 중량 및 포장 두께의 차이를 둔 4개의 시료를 확보함으로써 실험의 안정성 및 결과의 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다. 기존의 산정식은 5% 아스팔트가 용제를 포함하고 있는 것으로 간주한 채 배출계수를 적용하고 있다. 그러나 용제를 포함하는 컷백 아스팔트가 활동도 자료에 포함되어 있다면, 배출량 산정에 아스팔트의 밀도 뿐 아니라 용제의 밀도 또한 고려해 주어야 한다. 따라서 본 연구에서는 배출 계수의 산정과 더불어 기존의 배출량 산정식의 밀도 적용 문제를 보정하기 위하여 밀도 보정계수를 개발하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 1980년 개정된 KS의 석유 아스팔트 관련규격에서 제시한 바에 의하여, 컷백에 함유된 용제의 함량이 질량%로 45%일 때의 상황이라 가정하고 증발율 실험을 실시한 결과이다. 본 실험에서의 용제 함유율 45W%를 밀도에 대하여 환산한 결과 국내 컷백 아스팔트는 약 53V%의 용제를 함유하고 있는 것으로 산정되었다. 증발율 실험을 통하여, 중간 경화형 컷백 아스팔트 중 용제의 증발 비율은 4개월 동안 약 70% 정도로 미국 AP-42의 실험과 유사한 결과를 얻었으나, 국내 컷백 아스팔트의 용제 함량이 미국보다는 크다는 사실을 확인할 수 있었다. 따라서 미국의 배출계수를 적용하여 산정되는 국내 아스팔트 도로포장에서의 VOCs 배출량은, 사용되는 컷백 아스팔트의 용제 함량을 실제보다 낮게 고려하였기 때문에 지금까지 과소평가되고 있었음을 알 수 있다. 이에 대하여 실험을 통해 본 연구에서 산정한 국내 아스팔트 도로포장의 VOCs 배출계수는 다음과 같다 :

$$\begin{aligned} \cdot \text{배출계수}(W\%) &= [\text{용제 함유율 } 0.53 \times \text{용제 밀도 } 0.8] \times \text{증발 비율 } 0.7 \times 100 \\ &= 29.68 \approx 30W\% \end{aligned}$$

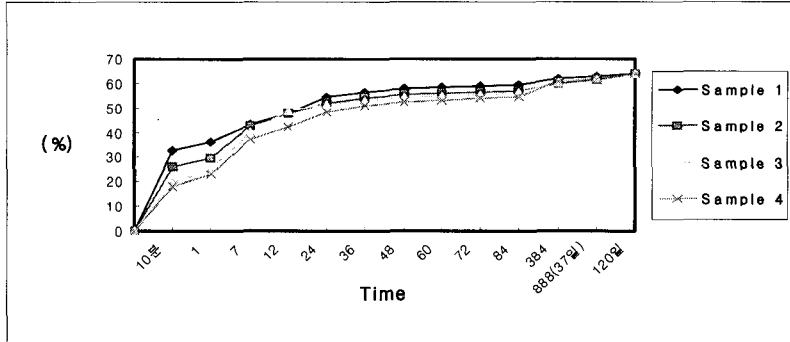


Fig. 1. Evaporation Ratio of Solvent from Cutback Asphalt.

활동도 자료와 컷백 아스팔트의 비율은 기존의 방식을 그대로 따르지만, 활동도 자료의 특성을 산정식에 반영하기 위해서는 추가적으로 활동도 자료의 보정 계수가 필요하였다. 컷백 아스팔트 내의 용제와 순수 아스팔트의 비율은 증발률 실험 결과에서 구하였으며, 국내 컷백 아스팔트의 용제 함유율은 45W%로 이는 53V%로 환산할 수 있다. 즉, 컷백 아스팔트 내 용제와 아스팔트의 부피 비율은 각각 0.53와 0.47의 결과를 얻게 되며, 밀도 보정계수( $\alpha=2$ )를 계산할 수 있다. 이를 적용하여 배출량 산정식을 다시 세우면 다음과 같다 :

$$\begin{aligned} \cdot \text{VOCs 배출량} &= \text{국내 총 아스팔트 사용량}(kl) \\ &\quad \times \text{총 아스팔트 사용량 중 컷백 아스팔트의 비율 } 5\% \\ &\quad \times \text{밀도 보정계수}(\alpha=2) \times 30W\%(\text{본 연구에서 개발한 배출계수}) \end{aligned}$$

## 사 사

본 연구는 환경부 ‘도시 및 산단지역의 VOCs 배출계수 개발 및 배출목록 작성과 배출량 산정 연구’의 일환으로 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- 이경하 역 (2002) 아스팔트 혼합물의 지식, 동화기술.
- 원기술 (1995) 도해 아스팔트 혼합물의 지식, pp 25-30.
- 대한석유협회 (2000) 석유 연감.
- 한국건설기술연구원 (2000) 아스팔트 포장의 신재료 기술개발, pp 31-38.
- 한국건설기술연구원 (2001) 폴리머 합성 개질 아스팔트 포장의 신재료 기술개발 및 성능평가.
- Rebecca Lee Tooly, Donna Lee Jones, William Battye, Update of Area Source Solvent Emissions and Methods.
- U.S EPA(1995) Compilation of air pollutant emission factors Vol I. Stationary and point sources, AP-42.