

# 비점오염원을 고려한 도로 유지관리 기술의 현황과 전망

글 | 이관호 | 공주대학교 건설환경공학부 교수 | 전화 041-550-0302 E-mail : kholee@kongju.ac.kr

산업의 발전과 토지이용의 고도화로 인해 발생하는 각종 오염원의 관리를 위해 지금까지 주요 지표로 이용한 농도규제 위주의 정책이 투입된 비용에 비해 오염원 관리 효과가 비효율적이었다. 이를 개선하기 위해 새로운 개념의 오염원 관리기법인 “수질오염총량관리제”가 제시되었고, 국내의 경우 2003년부터 이 기법을 도입하여 오염원 관리를 하고 있는 실정이다.

오염총량관리제에서 관리 대상의 약 80%가 비점오염과 관련되어 있다고 보고되고, 결국 오염관리를 위해서는 80%의 비점오염 관리가 중요 요소가 되었다. 특히, 다양한 비점오염원 중에서 도로, 주차장, 교량지역에서 발생하는 비점오염물질의 축적과 유출이 전체 오염의 상당부분을 차지하므로 이의 효율적인 관리가 매우 시급한 실정이다.

## 1 비점오염원의 개념

환경오염을 유발하는 오염원은 크게 점오염원과 비점오염원으로 구분된다. 점오염원은 공장폐수, 가정하수, 축산농가 등 인위적으로 발생하는 것으로, 오염의 발생 위치가 비교적 명확하다. 이에 반해, 비점오염원은 도시노면배수나 농경지배수와 같이 불특정한 배출 경로를 통해 발생되고, 강우/강수에 의해 크게 영향을 받는다.

비점오염물질은 주로 비가 올 때 지표면 유출수와 함께 유출되는 오염물질로서 농지에 살포된 비료나 농약, 토양침식물, 축사유출물, 교통오염물질, 도시지역의 먼지와 쓰레기, 자연동·식물의 잔여물, 지표면에 떨어진 대기오염물질 등을 말한다. 따라서 모든 오염물질을 포함한 채 배출되는 빗물이 실제로 주된 비점오염원이 된다.

비점오염물질은 대개 많은 비가 와야 유출되기 때문에 일간·계절간 배출량의 차이가 크고 예측과 정량화가 어려우며, 인위적 조절이 어려운 기상조건·지질·지형 등에 영향을 많이 받는 특성을 지니고 있다. 따라서 제도적으로 배출기준을 정하지 않고 있다.

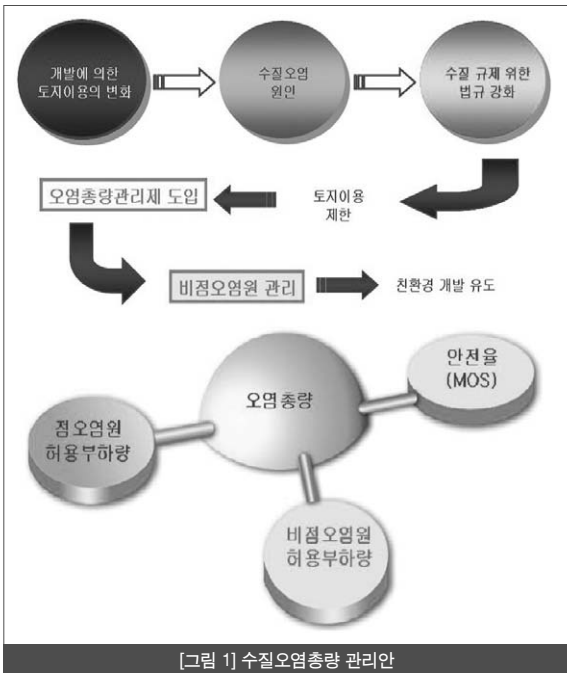
## 2 수질오염 총량관리제

과거 30년간은 산업의 발달과 생활수준의 변화를 통해 야기되는 가정하수, 산업폐수 및 축산폐수 등의 점오염원 관리 시기였다. 이러한 점오염 물질을 제거하기 위하여 많은 연구 및 기술개발이 이

루어져 환경기초시설은 급속히 보급되었다. 또한 생활수준의 향상은 보다 나은 수질을 요구하기에 그 동안 지속적으로 방류수 수질 기준은 강화되었다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 호소 및 하천수질은 악화되어 새로운 개념의 환경정책이 도입되기에 이르렀는데, 그것이 오염총량관리제이다.

산업의 발달과 토지이용의 고도화는 기존의 농도규제로는 하천의 수질 개선을 꾀할 수가 없기에, 하천수계로 유입되는 오염물질의 총량을 규제한다는 목적 하에 오염총량관리제가 도입되었다. 오염총량이란 [그림 1]과 같이 하천으로 유입되는 전체 오염물질의 양, 즉 점오염물질 부하량, 비점오염물질 부하량 및 안전율의 합을 의미한다. 따라서 다양한 토지이용에서 기인하는 비점오염물질의 관리 없이는 수질의 개선을 기대할 수 없다는 것이 선진국들뿐만 아니라 우리나라의 예에서도 쉽게 찾을 수 있다.

우리나라의 경우 2003년 9월 및 2004년 4월에 선진국의 예를 따라 오염총량관리제를 도입하여 시행을 앞두고 있다. 현재 낙동강 유역을 포함한 4대강 유역에서 광역시·도 경계별 및 시·군 경계별로 목표 수질을 산정하였는데, 대부분의 목표지점에서 BOD기준으로 1mg/L에서 6mg/L 이하 수준의 목표수질을 요구한다. 4대강의 비점오염원에 의한 오염 부하량은 개략적으로 22-40% 정도를 차지하고 있으며, 특히 수도권 지역의 주요 상수원수인 팔당 상수원은 44.5%가 비점오염원에서 배출되고 있는 것으로 조사되었으며, 2020년에는 54.3%까지 증가할 것으로 예측하고 있다(환경부, 2004). 따라서 환경부는 2002년도에 [비점오염원 관리대책 수립

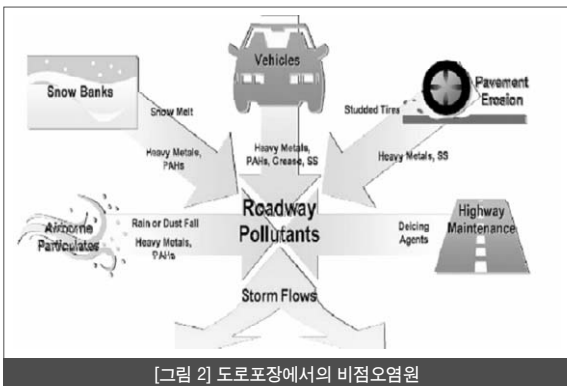


[그림 1] 수질오염총량 관리안

계획을 마련하였으며, 2004년 6월에 관계기관 합동으로 물 관리 종합대책의 추진강화를 위한 4대강 비점오염원관리 종합대책을 발표하였다(환경부, 2004).

### 3 도로에서의 비점오염원

도로를 포함하는 포장지역의 오염물질 유출이 관리대상으로 주로 관심의 대상이 되는 이유는 유역특성, 도로 및 교량의 위치, 축적되는 오염물질의 종류 및 관리의 용이성 때문이다. 주차장, 도로 및 교량지역은 작은 면적에 비해서 강우 시 다른 토지이용에 비해 강우 유출량이 높다는 유역특성을 가지고 있으며, 상수원수인 하천의 종 및 횡 방향으로 존재하기에 직접적인 오염 원인으로 작용하고 있다.

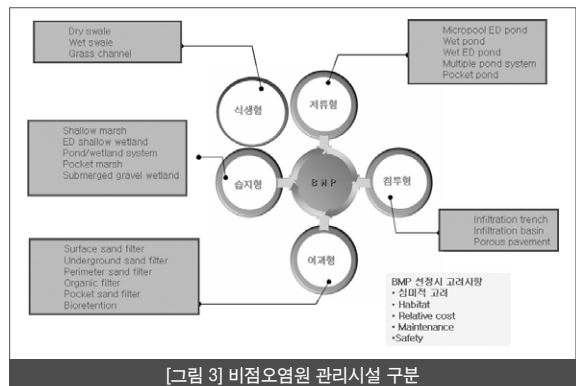


[그림 2] 도로포장에서의 비점오염원

또한 지속적인 차량의 운행으로 인한 오염물질의 축적이 타 토지 이용에 비해 심각하며, 강우 시 초기에 고농도로 유출되는 특징, 즉 초기우수 현상(first flush effect)을 가지고 있기에 비점오염원 중에서 관심이 높다. 많은 차량의 운행 및 정차는 타이어, 자동차 엔진 등으로부터 각종 중금속, 유류 등을 유출시키고 있으며, 마모된 도로포장은 다량의 입자상 물질을 유출시켜, 강우 시 중금속을 흡착 이동시키는 원인으로 알려져 있다.

### 4 비점오염 처리시설

도로에서의 비점오염원 관리를 위한 최적 관리 방안(Best Management Practices, BMPs)을 크게 분류하면 처리 대상 오염물질의 종류별 처리 메커니즘을 이용하여 적용되고 있으며, 이는 식생형, 저류형, 침투형, 여과형, 습지형 등으로 분류 가능하다. 그 중에서 도로의 경우 토사 및 중금속의 함량이 높은 토지이용기에 이러한 오염물질의 처리 메커니즘에 효과가 좋은 침투형, 여과형 및 일부 저류형 등이 바람직하게 고려되고 있다(환경부, 2004)



[그림 3] 비점오염원 관리시설 구분

이러한 비점오염원 관리시설이 필요한 대상지역은 다음과 같다.

- ① 각종 법령에 의해 수질 보호 및 개선이 요구되는 하천 및 호수 인근 지역(수질오염총량관리제 대상지역, 특별대책지역, 상수원 보호구역 및 수변구역 등)
- ② 강우시 노면에서 수계로 비점오염물질이 직유입되어 수질오염의 원인으로 작용하는 지역
- ③ 비점오염원에 의한 수질오염 민원 및 분쟁이 발생하는 지역
- ④ 하천·호수의 수질에 영향을 미치는 수질오염관련 도로상의 사고다발지역

비점오염관리시설 선정을 위한 기준은 다음과 같다.

- ① 비점관리시설은 자연친화적 시설이어야 한다.

- ② 비점관리시설은 혐오시설이 아닌 대민 친화적 시설이어야 한다.
- ③ 생태계를 보전 및 확대에 기여할 수 있는 시설이어야 한다.
- ④ 조경 및 위락 공간으로서의 기능을 가지도록 하여야 한다.
- ⑤ 공공 안전을 고려하여야 한다.
- ⑥ 홍수예방, 침식방지, 저류기능, 오염물질 제거기능을 충분히 가지도록 한다.
- ⑦ 시설의 유지관리가 용이하고 경제적이여야 한다.

## 5 비점오염원 관리에 효율적인 도로포장체

도로포장체를 건설할 경우, 배수성 포장을 시공하면 환경적으로 여러 가지 문제를 해결할 수 있다. 특히, 이러한 포장은 소음과 도로의 비점오염원 저감에 매우 큰 효과가 있는 것으로 보고되고 있고, 강우/강수시 수막현상을 저감시켜 도로주행 안전성을 향상시키는 것으로 보고되고 있다. 국내에서도 도심도로의 소음 및 빗길 안전주행성을 향상시키기 위해 도심지 주요 간선도로에 배수성 포장의 시공에 대한 관심이 매우 커진 상태이고, 이와 관련된 산학연 연구가 활발하게 진행 중에 있다.

배수성 포장은 포장체내에 많은 공극이 존재하고, 이 공극을 통해 도로포장체로 유입되는 물을 포장체내의 배수시스템을 통해 배출하는 것이다. 우리가 통상적으로 이용하는 밀입도 아스팔트 혼합물은 거의 불투수성을 가지며, 기본 설계 개념이 노면의 종단경사를 이용한 노면배수를 통해 강우/강수의 도로포장체내 유입을 방지하는 것이다.

일반적으로 배수성 포장의 형식은 매우 다양한 재료 및 공법을 이용할 수 있다. 기존의 밀입도 아스팔트 포장의 표층 및 기층, 덧씌우기층, 필터층 등을 재료 및 다양한 공법을 적용하여 배수성 포장

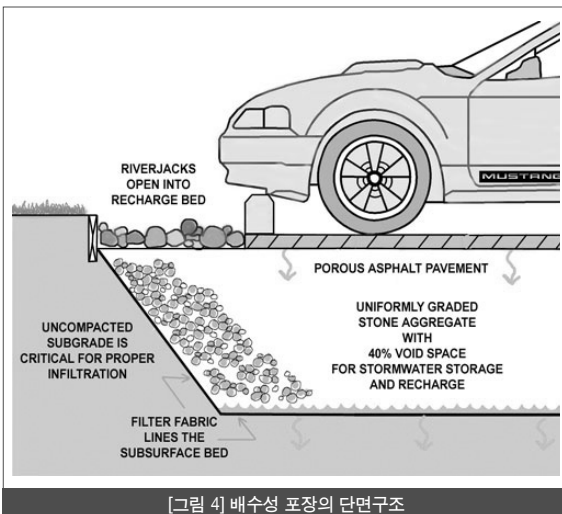
을 적용할 수 있다. [그림 4]는 배수성 포장의 기본 원리 및 단면구조를 나타낸다. 각각의 요소는 도로포장단면의 구성에 따라 적절하게 적용하고, 이의 구조적 안전성에 대한 검토가 반드시 이루어져야 한다.

## 6 맺음말

지금까지 주로 도로분야의 연구 및 기술은 주로 하드웨어적인 측면(아스팔트포장, 콘크리트포장, 터널, 시면 등)과 교통공학적인 측면에 치우친 감이 많았다. 그러나 최근 국민소득이 증가함에 따라 친환경 도로설계, 건설 및 유지관리가 매우 중요한 사안으로 대두되고 있는 실정이다. 또한, 최근 환경 분야의 핫이슈인 비점오염원의 상당 부분이 도로 또는 포장지역과 밀접한 관계가 있음이 연구를 통해 제시되고 있는 실정이다.

따라서 도로에서의 비점오염의 종류, 생성과정 및 배출과정 등에 대한 체계적인 이해가 필요하고, 이를 통해 이를 저감 또는 적정수준에서 관리할 수 있는 기술이 매우 시급한 실정이다. 최근의 몇 개의 국책 연구과제를 통해 이러한 부분이 어느 정도 연구되고, 그 결과가 제시되고 있는 실정이다.

이러한 연구 결과물중의 하나가 최근 건설교통부에서 발간된 “환경친화적 도로유지관리 잠정지침”이다. 이러한 유지관리 지침안에 의거하여 도로배수시설과 비점원오염 관리방안에 대한 체계적인 시스템 구축이 이루어지길 바란다. **S**



[그림 4] 배수성 포장의 단면구조