

국민 삶과 미래 환경까지 생각하는 좋은 기술

효율적 유지관리를 위한
모듈러식 카트리지
도로 비점오염 저감기술

도로연구소 조혜진 연구위원



전 세계적으로 환경오염 관련 규제가 강화됨에 따라 정부는 지난 2007년 수생태법을 개정, 도로를 비점오염(Non-point Pollution) 유발시설로 지정했다. 환경영향평가를 받는 모든 신규 도로시설에 도로 비점오염 저감시설 설치를 의무화했고, 환경부와 국토교통부에서는 자연형 시설을 우선적으로 설치하도록 권장했다. 이어 2013년에는 운영 중인 전국의 고속도로 전 구간 및 상수도 보호구역 등 국도 구간에 비점오염 저감시설을 의무 설치도록 법을 개정했다.



우리나라 실정에 맞지 않은 외국 기술

도로에는 포장면의 노화로 인한 물질, 타이어 마모로 인한 먼지, 제동장치 사용 시 생기는 미세가루, 도로에 무단 투기된 쓰레기 등 다양한 오염물질이 쌓여 있다. 이렇게 도로 노면과 배수로 등에 축적된 오염물질은 비가 오면 빗물과 함께 그대로 하천으로 유입돼 수질 오염을 발생시킨다. 도로로 인한 수질 오염 문제를 인지한 환경부는 도로를 비점오염 유발시설로 지정하고 저감시설의 설치와 관리를 의무화하였다. 도로 비점오염 저감시설은 크게 장치형과 자연형으로 나뉜다. 장치형은 기계적인 장치를 통해 오염물질을 저감하는 형식이며 자연형은 토양이나 식생 등을 통해 침투, 저류를 통해 자연적인 작용을 극대화시켜 오염물질을 저감하는 방식이다. 법 개정 초기에는 주로 장치형 중심의 비점오염 저감시설을 설치하였으나 시설의 낮은 저감효율, 높은 설치 비용, 높은 유지

관리 비용 등이 대두되었다. 이에 국토교통부와 환경부는 2015년부터 부득이한 경우를 제외하고 자연의 정화능력을 최대한 이용하며 시설의 성능 및 유지관리가 뛰어난 자연형 비점오염 저감시설의 설치를 권장하였다. 이 중 높은 효율과 저렴한 비용 등이 장점인 침투도랑이 다수 설치되었으나 전처리시설 불량률 비례해 유량 분배 구조물의 결함, 시설의 침투 불량 등으로 인해 오염수의 역류 현상 등이 발생하고 있다. 조혜진 박사는 이러한 현상은 국내의 도로 주변 토양여건과 강우 특성 등을 반영하지 않고 외국 기술을 적용한 결과라고 해석했다.

“도로 비점오염 저감시설은 전 세계적으로 신생분야인지라 국내에는 관련 기술이 매우 부족한 상태였습니다. 새로운 기술을 현장에 적용하면서 국내 여건을 고려하지 않고 외국의 시설과 제품을 수입해서 적용하는 과정에서 발생한 결과라고 생각합니다.”



한국건설기술연구원 일산 본원에 시공된 모듈러식 카트리지 도로 비점오염 저감기술

환경과 생활에 대한 고민을 담아내다

국내 도로는 시간당 교통량이 세계적으로 많고 집중호우가 내리는 특성이 있다. 따라서 교통량과 강수량이 적은 외국 실정에 맞게 제작된 제품은 국내에서 제 기능을 발휘하지 못했다. 또한, 시설의 설계와 시공을 하는 대부분의 중소기업 역시 이러한 새로운 기술에 대한 이해와 기술 수준이 부족하기도 했다.

“기존에 설치된 침투도랑들을 조사한 결과 오염물질로 인해서 시설의 앞부분(전처리 시설)이 막혀 버리고, 이로 인해 시설로 유입되는 도로 오염수가 역류하거나 주변으로 넘치는 현상 등이 자주 발생했습니다. 이렇게 월류된 오수가 상수원 보호구역 등의 하천이나 주변 토양으로 흘러 들어가게 되면 시설의 기능을 하지 못하고 오히려 수질오염을 유발하게 된다는 점에 주목해야 합니다.”

이처럼 시설의 막힘 현상이 발생할 경우 여재를 교체하는 등의 유지관리가 이뤄져야 하지만, 현재 시공된 시설들은 대부분 일체형으로 제작되어 있어 여재교체 등 유

지관리 비용이 초기 설치비용과 맞먹는다. 시설 대부분이 장비 접근이 어려운 자투리 땅에 설치돼 있어 작업자들이 수작업으로 오염물질을 제거해야 한다. 또한, 유지관리를 위한 차량 통제 등으로 발생하는 교통 혼잡과 민원 등도 고려해야 한다.

조해진 박사가 개발한 ‘효율적 유지관리를 위한 모듈러식 카트리지 도로 비점오염 저감 기술’은 이 같은 문제를 근본적으로 해결할 공법으로 주목받고 있다. 기술의 명칭처럼 침투도랑의 내부구조를 모듈러식 카트리지로 구성해서 폐색 정도에 따라 부분·개별적으로 세척, 또는 교체할 수 있다. 이번 기술은 미래창조과학부(현 과학기술정보통신부)의 수요기반 기술 실용화 사업에서 우수 유망기술로 선정되어 2018년까지 2년간 실질적인 설계 및 제원 도출, 그리고 성능개선을 위한 실험을 진행하고 있다. 2인 1조 수작업으로 하루에 3개소를 관리할 수 있던 기존 시설에 비해 이 기술을 적용할 시 하루에 15개소의 유지관리가 가능하여 효율성이 뛰어나고 교체 시 유지관리 비용은 50%나 절감할 수 있다.

앞으로는 실수요자, 그리고 기술 담당자를 대상으로 한 기술 설명회를 통해 기술 적용 영역을 확대해나갈 예정이에요.

해당 기술에 현장의 경험과 노하우가 더해지면 시너지 효과가 나지 않을까 기대하고 있거든요.

더 효율적으로 유지관리할 새로운 방안을 생각하다

한편, 조혜진 박사는 현장 조사 결과 기준에 설치된 대다수 도로 비점오염 저감시설에서 월류와 역류를 유발시키는 원인이 시설의 입구에 설치하는 전처리조에서 기인한다고 설명했다.

“도로 비점오염 저감시설은 시설의 종류와 무관하게 전처리시설을 설치하게 되어 있습니다. 이론상으로는 도로 비점오염 저감 시설로 오염수가 유입되기 전에 이 전처리 시설에서 쓰레기 등을 처리하도록 하고 있습니다. 하지만 고속도로와 국도, 지방도의 현장조사를 통해 시설의 조기폐색과 역류의 문제는 국내 도로의 과다한 쓰레기와 오염물질이 기존 전처리시설에서 처리되지 않는다는 것을 알게 되었습니다.”


국내 도로에는 교통량이 많아 각종 오염물질과 낙엽, 쓰레기, 담배꽂초, 비닐 등의 부유물질이 많다. 시설 입구에 이 같은 쓰레

기와 오염물질이 쌓이면서 전처리시설에서 처리되지 못하고 전처리조에 쌓이거나 막혀 본 시설로 오염수가 유입되지 못해 점점 여과효율이 저하되는 것은 물론, 오염물질이 역류하거나 지반이 조기 폐색하는 현상이 발생하는 것이다.

조혜진 박사가 개발한 전처리 기술은 전처리조를 3개로 나누어 쓰레기, 토사, 중금속 등 유형별로 분리해서 처리하도록 한다. 이에 2015년부터는 조기폐색 방지용 전처리 기술을 개발하여 특허를 등록하였고 기술이전을 마친 상태이다.

최근에는 더욱 가벼운 카트리지 소재 개발에 주력하고 있다. 조혜진 박사가 주목한 소재는 FRP(Fiber Reinforced Plastics)이다. 기존의 스테인리스 소재 카트리지는 제작 단가가 높고 제작 기간, 운반이나 시공 시 비용이 많이 들어 좀 더 경제적이고 시공성이 좋은 소재가 필요했기 때문이다. “앞으로는 실수요자, 그리고 기술 담당자

를 대상으로 한 기술 설명회를 통해 기술 적용 영역을 확대해나갈 예정이에요. 해당 기술에 현장의 경험과 노하우가 더해지면 시너지 효과가 나지 않을까 기대하고 있거든요. 이와 같은 기술개발을 통해 국책연구원의 기술개발과 연구개발이 중소기업의 사업화에 직접적인 도움을 줄 수 있다는 것이 가장 큰 보람입니다.”

경제와 생활 수준이 높아짐에 따라 우리나라의 차량 이용률은 꾸준히 증가할 것이다. 이로 인해 발생하는 도로 오염물질과 공공수역 오염 위험은 말할 것도 없다. 조혜진 박사가 개발한 모듈러식 카트리지 도로 비점오염 저감기술은 수질오염을 최소화하는 데 기여할 것으로 기대를 모으고 있다. 해당 기술이 널리 적용되면 보다 깨끗한 도로환경이 조성될 것이며, 이는 국민의 건강한 삶으로 이어질 것이다. 하루 빨리 그날이 오기를 고대해 본다. 



조혜진 박사가 개발한 전처리기술은 전처리조를 3개로 나누어 오염물질을 유형별로 분리·처리할 수 있다.