

## 도로를 연구하는 사람들에게 남기고 싶은 이야기



이 광 호 | 한국도로공사 도로교통연구원 · 우리학회 전 회장

도로는 건설부문 SOC 중에서 매우 중요한 역할을 하고 있습니다. 산을 깎고 터널을 뚫고 교량을 건설하는 것은 우리가 살기 위해 필요한 집 등의 건축물을 만들기 위한 것이 아니라, 인간과 물자의 이동을 보장하는 도로를 확보하기 위한 것이라는 것을 우리는 잘 알고 있습니다. 그리고 도로를 이용하는 사람들에게 쾌적하고 안전한 이동성을 보장하기 위해 마지막 단계로 도로포장을 하는데, 이것을 좀 더 들여다보면 도로포장을 하기 위한 전처리 과정이 토공, 터널공, 교량공 등이라는 것을 알 수 있습니다. 그러니 우리 도로인들에게 도로포장의 중요성이 더욱 강조되고 있고, 도로포장은 토목공학 한줄기의 큰 흐름 안에서 최종 목표가 된다는 것을 인식할 수 있는 것입니다. 때문에 우리가 도로포장에 관한 기술개발과 연구를 한다는 것에 대해 큰 자부심을 느끼지 않을 수 없는 것입니다. 이러한 분야에 관심을 갖고 있는 연구원들에게 좀 더 좋은 도로포장을 건설하고 유지관리를 하는데 참고가 될 수 있는 몇 가지 남기고 싶은 이야기가 있습니다.

첫 번째로, 도로포장 시스템 내에서 물이 효율적으로 제어될 수 있도록 해야 한다는 것입니다.

2000여년 전 로마제국은 넓은 영토를 통치할 군대를 이동시키기 위해 도로를 건설하였습니다. 지금도 당시 도로의 단면을 보면 놀라지 않을 수 없는 것이 매우 견고하게 설계되고 건설된 것 뿐만이 아니라 유수를 효율적으로 배출할 수 있도록 하였다는 것입니다. 도로중앙을 중심으로 횡방향 구배를 주고 측면에 도랑을 만들었습니다. 그리고 하부에는 작은 돌과 큰 돌로 이뤄진 배수 층을 두어 도로에 침투한 물이 쉽게 배수되도록 하였습니다.

도로포장에서 물을 관리하는 것은 현재 우리에게도 매우 중요합니다. 물이 도로포장체 내부에 쉽게 침투되는 조건이 되고 침투된 물이 쉽게 배출되는 조건이 되지 않으면 포장체의 수명이 급속하게 단축됩니다. 장마철에 많이 발생하는 포트홀 문제를 우리는 이미 알고 있습니다. 도로에서 발생하는 지반 침하 현상도 도로 노상 또는 그 하부의 지반에서 물의 흐름이 제대로 제어되지 못한 원인으로 평가되고 있습니다. 교량상판 등을 포함한 구조물의 열화나

부식도 물이 침투할 수 있는 조건에서 발생하는 것입니다. 최근 제설제를 사용하면서 이러한 문제는 더욱 심각해졌습니다. 이와 관련해서 몇 마디 덧붙이면, 구조물 측면에서 물의 침투가 가능하고 열화나 부식의 위험성이 존재한다면 제설제의 사용은 가능한 범위 내에서 최대한 줄여야 합니다. 특히 강 상판이나 콘크리트 상판 위에 교면포장을 하는 경우는 상판의 보호를 위해 완벽한 방수 및 배수 시스템이 갖추어져야 합니다. 상판보호를 위한 방수가 기능을 상실하면 상판의 열화로, 그리고 포장재료 층의 조기 파손으로 이어집니다. 교면포장을 할 때 방수층을 시공한 뒤 좌우 측면에 배수가 가능한 유도 유공도수관을 설치하는 것이 바로 이러한 이유에서입니다. 시공 시 상판의 조건 등으로 유도배수가 잘 되지 않을 것으로 판단되는 경우, 슬래브 중앙에 구멍을



그림 1(a). 물로 인한 포트홀 발생



그림 1(b). 경계층 문제로 인한 교면포장 문제

뚫어 배수를 유도하는 경우가 있습니다. 이러한 것들은 물과의 싸움에서 이기고자 하는 기술자들의 집념에서 출발했다고 생각합니다.

아스팔트 혼합물의 배합설계의 경우에 있어서도 물과의 싸움에 대비하는 전략이 숨어 있습니다. 표층 혼합물의 경우 적정 공극률의 확보가 매우 중요한데 초기 현장의 공극률이 7%(기준밀도의 96% 정도)이하가 되도록 다짐이 되어야 하고, 1~2년 공용 후 공극률이 최종적으로 4% 정도를 유지할 수 있어야 그 아스팔트 포장의 계획된 수명을 기대할 수 있는 것입니다. 그러나 종종 초기 현장 공극률이 8% 이상이 되는 것을 발견하는데 이 경우 물의 침투는 물론 아스팔트 조기 노화로 포트홀과 균열 등의 포장파손이 조기에 발생하여 포장도로의 수명을 급속히 단축시키게 되는 것입니다.

우리는 연구자 또는 기술자로서 도로포장의 설계, 재료의 생산 및 시공에 이르기까지 물과의 싸움은 지속되고 있다는 것을 깊이 인식할 필요가 있습니다.

두 번째로, 도로포장 시스템 내에서 존재할 수 있는 경계층에 대한 처리문제에 관한 것입니다.

포장시스템은 다층구조로 되어 있으며 특히 교면포장에서는 이질적인 재료 즉 상판(콘크리트 또는 강), 접착층, 방수층, 교면포장으로 구성된 다층구조로 되어 있기 때문에 경계면에서 발생하는 역학적 특성들을 깊게 이해할 필요가 있습니다. 도로포장체의 공용성능을 확보하기 위해서는 포장체 각 층 경계면에서의 완벽한 접합이 이루어져야 합니다. 여기서 완벽한 접합이란 차량 하중에 의해서 발생하는 응력의 정도를 포장체 내부의 각 경계층에서 충분히 지탱해 낼 수 있는 것을 의미합니다.

일반 아스팔트 포장체인 경우 경계층 문제는 주로 프라이م 코트(prime coat)와 택 코트(tack coat)인데 신설포장의 경우 비교적 문제가 되지 않지만 절삭 덧씌우기 공사의 경우 경계층에서 많은 문제가 발생할 수 있다는 것입니다. 문제는 실제 현장에서 절삭된 면을 아주 깨끗하게 청소를 해야 한다는 것

입니다. 그리고 텍 코트가 깨끗한 경계면 위에서 시공이 이루어져야 한다는 것입니다. 우리는 이것이 쉬운 것으로 생각되지만, 현장에서는 주어진 짧은 시간에, 그리고 야간에 이루어진다는 점을 고려한다면 결코 쉬운 작업이 아니라는 점을 이해할 수 있을 것입니다. 먼지가 남겨진 경계층 위에 아스팔트 코팅은 결국 경계면에서의 완벽한 접착을 저해해 포장의 조기파손을 가져옵니다. 또한 포장절삭 후 텍 코트 전에 경계층에 문제가 있는지 철저히 조사해야 합니다. 절삭된 표면 상부에 심한 균열이 있는지 또는 부분적인 열화부가 없는지 확인하여야 합니다. 동일한 구간에 5cm 절삭 덧씌우기를 몇 번 한 경우라면 이미 그 경계층(표층 하부 5cm 지점)은 절삭 시 진동충격 등으로 상당부분 약화된 조건일 수 있는 것입니다. 그래서 경계층의 건전성을 확보하기 위해서는 절삭 두께를 약간씩 달리하는 것도 생각해 보아야 할 것입니다.

교면포장의 경우에 경계층 문제는 더욱 심각해집니다. 교면 상판 위에 접착층과 방수층이 존재하기 때문입니다. 그리고 경계층 간의 거리가 4cm에서 몇 mm 정도이기 때문에 정밀시공이 필수적으로 이루어져야 합니다. 특히 교면포장의 표면에서 하부방향으로 깊이나 두께별로 차량하중에 의해 발생하는 응력에 매우 민감하게 변하기 때문에 정해진 시방조건을 100% 따라야 한다는 것입니다. 이는 허용할 수 있는 여유가 매우 적다는 것입니다.

유럽에서의 예로 최소 7.5cm 이상의 두께로 교면포장(2층)을 하도록 규정한 것이 있는데 교면 상판과 포장층 사이에 존재하는 방수층의 위치에서 발생하는 응력을 고려한 것입니다. 교면 포장의 두께가 6cm 또는 5cm로 시공된다면 경계층에서의 응력은 방수층에서 지지할 수 있는 응력의 범위를 넘어서게 되어 곧 밀림현상이 발생하고 쉽게 파손이 발생할 수 있을 것입니다. 그러니 교면포장의 경우에는서 각 재료 층에 규정된 재료를 규정된 두께로 시공하는 것이 반드시 필요합니다. 그러나 현장은 쉽지만은 않습니다. 시공을 하다보면 교면포장의 최종면은

편구배 캔버의 조절 등으로 두께가 달라지기 때문입니다. 이때 우리가 꼭 기억해야 하는 것은 그래도 각 층의 최소두께 규정은 반드시 지키라는 것입니다. 두께가 얇아지면 곧 교면포장은 파손으로 간다는 것을 기억해야 할 것입니다.

강상판의 경우에는 경계층에서 부식문제가 존재할 수 있습니다. 이제 우리도 부식방지를 위해 알루미늄이나 아연용사를 적극 적용해야 할 것입니다. 그 래야 소위 브릿지 100 또는 브릿지 200이 가능하다고 판단합니다.

세 번째로, 노후 포장의 재활용에 대한 연구가 더욱 필요하다고 판단됩니다.

재생 아스팔트를 사용하는 각국의 비율을 보면 일본은 80%, 독일은 90%, 미국도 그 사용 비율은 점점 높아가고 있습니다. 국내의 경우도 환경부 기준이 강화되어 40% 이상을 의무적으로 사용하도록 되어 있습니다. 그러나 국내실정에서 현장적용에 부분적으로 한계가 있다는 것을 보게 됩니다. 재생 아스팔트 혼합물의 가장 중요한 부분은 순환골재에 포함된 구제 아스팔트를 다시 신재 아스팔트처럼 환원한다는 것입니다. 그러나 기존의 GR규격의 범위 내에서 그리고 우리나라의 아스팔트 플랜트 생산 시스템 내에서 신재 아스팔트에 준하는 환원은 매우 어렵다고 판단합니다. 재생 첨가제에 대한 연구도 중요하지만 어떻게 구제 아스팔트를 충분히 환원할 수 있는지에 대한 그 환원 방법에 더욱 많은 역량을 집중해야 할 것입니다.

네 번째로, 도로 포장뿐 아니라 관련된 다른 분야를 이해하고 있어야 도로포장분야를 견인할 수 있다고 생각합니다.

다른 어떤 기술 분야와 마찬가지로 건설기술도 진화하고 발전해 갑니다. 이러한 기술을 지키고 키우고 발전시켜야 하는 것이 건설기술인이 하여야 하는 당연한 일일 것입니다. 특히, 건설기술은 시공 후 관리 주체가 바뀌는 경우가 대부분이고, 또한 설계, 시

공, 유지관리 및 추적조사, 다시 설계로의 feed back 과정에서 너무 많은 시간이 소요됩니다. 설계만 계속한다고 전문가가 되는 것이 아니라 설계 후의 일련의 결과를 알아야 개선할 틈을 찾을 수 있고 기술 수준을 높일 수 있습니다. 따라서 건설분야의 진정한 기술소유자로 살아남기 위해서는 자기분야의 기술만이 아니라 최근 기술, 선행 기술에 대한 지속적인 자료수집과 분석이 필요하고, 이를 개선할 기회를 빨리 찾아야 하는 것이 아닌가 생각합니다.

도로정책의 패러다임은 이동성을 중시하던 과거와 달리 현재는 안전, 환경, 융복합 등의 이슈들로 주요 관심내용이 옮겨갔습니다. 이러한 사회적 요구와 함

께 미래의 환경 변화를 충분히 검토해야 할 것입니다. 현재 스마트하이웨이 혹은 자율주행자동차 등에 대한 연구를 통해 앞으로 도로공간은 이동을 위한 공간이면서 동시에 우리의 생활공간으로 탈바꿈될 것입니다. 또한 주변 환경에 영향을 최소화하고 다양한 기능성을 갖춘 도로의 필요성이 부각될 것입니다. 도로분야 혹은 타 분야의 기술 발전을 통해 태양 발전 도로포장 및 방음벽, 저소음 중분대, 온도차 발전 등 다양한 형식의 도로가 건설될 것으로 예상됩니다. 따라서 이러한 변화하고 있는 우리의 미래를 앞으로 어떻게 이끌어갈지에 대한 고민을 해야 할 것으로 생각합니다.

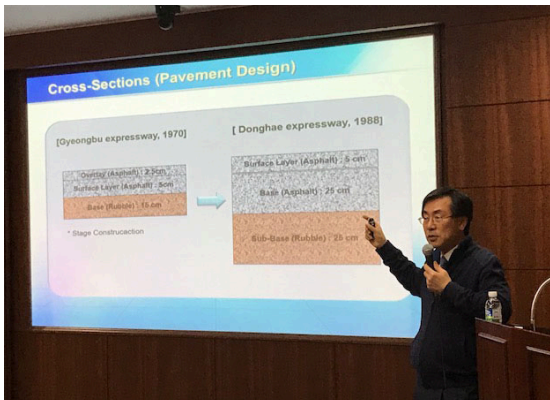


그림 2. 강연중인 이광호 박사

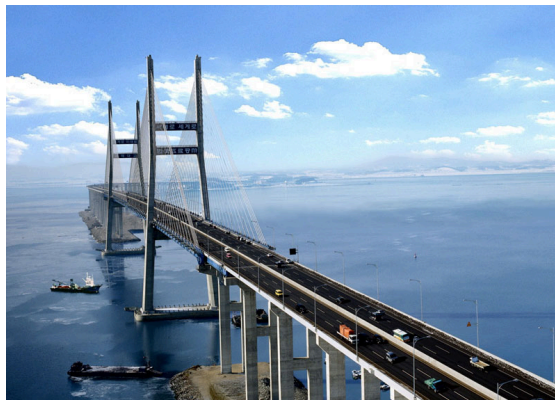


그림 3. 미래의 기술발전

## 회비 납입 안내

회원 여러분께서 납부하시는 회비는 학회 운영의 소중한 재원으로 쓰이고 있습니다. 회원 제위께서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 학회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

- 회비납부는 한국씨티은행 : 102-53510-243  
(예금주(사)/한국도로학회)

〈학회사무국〉