



# 고속도로 노후 교량 리모델링 시범사업 추진

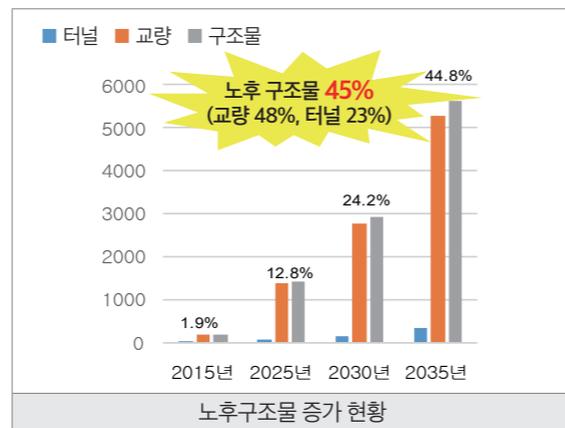
박태일 | 한국도로공사 구조물관리팀장

## 1. 노후 교량 리모델링 사업의 추진 배경

고속도로는 1968년 경인고속도로, 경부고속도로 부분개통을 시작으로 2024년 5,000km 시대에 돌입하였다. 그간 산업화의 핵심기반시설로서 국가 경제성장을 견인하는 '국토 대동맥'의 역할과 함께 지역간 사람과 문화를 연결함으로써 새로운 세상을 넓혀 왔다.

이렇게 산업화 성장시대에 건설된 고속도로는 이제 노후화를 맞이하고 있다. 특히, 1990년대 이후 집중적으로 건설된 고속도로는 2030년을 전후해 본격적인 노후화에 접어들다. 30년 이상된 노후 교량·터널이 2015년도에는 전체의 2% 수준이었으나, 2025년 현재는 13%, 10년 후인 2035년에는 거의 절반 가까운 45%까지 급격하게 증가될 것으로 전망된다. 또한, 노후 구조물은 30년 미만된 구조물보다 유지보수 비용도 2.5배 이상 소요되는 것으로 분석되고 있어, 향후 막대한 유지관리 비용의 증가가 필요할 것으로 예측되고 있다.

구조물의 노후화 문제는 국내에만 국한된 문제가 아닌 해외 선진국에서도 과거 동일하게 발생하였거나 현재 직면하고 있는 문제이다. 우리보다 먼저 노후화를 겪은 미국의 경우 대응시기를 놓쳐 2007년 I-35W 교량 붕괴(사망 13명, 부상 145명), 2013년 I-5 교량 붕괴(부상 3명) 등과 같은 사회적 재난으로 재정적, 정책적 신뢰에 타격을 입고 현재는 대규모 투자를 진행 중이다.



일본의 경우도 2012년 사사고 터널 붕괴(사망 9명) 사고 후 문제의 심각성을 인식하고 2015년부터 31조 규모의 리뉴얼 프로젝트 등 적극적 대응책을 마련하여 추진하고 있다. 해외의 사례와 같은 대규모의 붕괴는 아니지만, 국내에서도 2023년 성남시 소재 정자교의 보도 부분이 붕괴되어 1명이 사망하고 1명이 중상을 입는 안타까운 사고가 발생

했다. 또한, 고속도로 교량에서도 교면포장과 바닥판에 구멍이 뚫리거나, 교각의 콘크리트 덩어리가 떨어지는 손상이 증가하고 있다.

이러한 손상들은 고속도로 위의 차량뿐만 아니라 교량 하부를 통행하는 주민들의 안전에도 큰 위협을 주고 있어 중대시민재해가 우려되는 상황에 놓여 있다.



이러한 여건 속에서 고속도로 일부를 단시간 교통차단하고 부분적으로 보수하는 기존의 유지보수 방식은 작업시간이 부족하여 품질이 저하되고, 보수효율도 떨어질 수밖에 없다. 또한, 부분보수만으로 노후된 구조물을 근본적으로 해결하기 어렵고, 사후대응적 관리를 넘어서기 어려운 것이 현실이다.

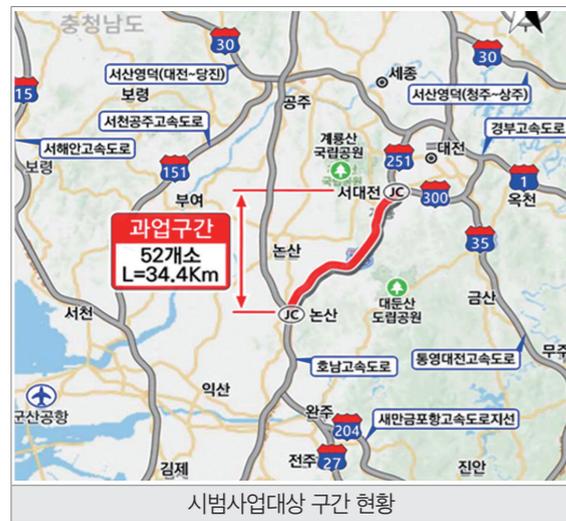
한국도로공사에서는 이러한 구조적 문제에 선제적으로 대응하고자, 고속도로 노후 교량 리모델링 사업을 시범적으로 추진하고 있다. 노후 교량 리모델링 사업이란, 분기점과 분기점 사이를 단위구간으로 하여 교통을 전면차단한 후 손상부위에 대한 전면교체, 부분교체 등 근원적 보수와 염해와 같은 손상 원인에 대한 예방적 조치를 함께 시행하는 것이다. 전면교체나 부분교체 시에는 차단기간 최소화를 위하여 프리랩과 같은 탈현장 현장기술(O.S.C)을 사용하며, 단기간 집중개량으로 대규모의 사업을 안전하고 효과적으로 시행하여 교량의 수명을 연장하고 장기 안전성을 확보

하는 사업이다. 고속도로 교량의 수명은 공용년수에 따른 손상 결함도 변화 분석 시 약 67년 정도로 예측되는데, 이러한 리모델링으로 손상부에 대한 근원적 보수를 하게되면 교량의 수명을 약 30년 연장시킬 것으로 예상하고 있다. 또 수명연장으로 재건설 시기를 늦춤으로써 교량의 자산가치도 45% 증가시킬 수 있는 것으로 기대하고 있다.



## 2. 노후 교량 리모델링 시범사업 추진현황

2024년 고속도로 노후 교량 리모델링 사업의 본격적인 추진에 앞서 전국 180개의 단위구간(분기점과 분기점)에 대한 교량들의 결함 손상도 등에 대한 분석을 실시하였으며, 리모델링이 우선적으로 필요한 호남지선 논산~서대전 구간으로 시범사업 대상으로 선정하였다.



본 구간은 1970년 호남고속도로 개통 시 왕복2차로로 건설된 후, 1985년 왕복4차로 확장된 구간이다. 연장은 34.4km로 총 52개의 교량이 있으며, 가장 오래된 교량은 1970년에 건설된 교량으로 54년이 되었다. 2024년부터 실시설계 중으로 2026년 5월까지 설계를 완료하여 2026년 하반기부터 약 3년간 공사를 시행할 계획으로 추진 중이다.

실시설계 시에는 교량의 손상상태에 따른 맞춤형 보수방안 마련을 위하여 정밀안전점검 수준에 준하는 현장조사를 실시하였다. 기본적으로 전 교량에 대한 면밀한 육안조사를 실시하였으며, 하천 교량 등 접근이 어려운 곳은 드론을 활용하여 조사하였다. 이러한 육안조사와 더불어 콘크리트 내부의 건전성 확인을 위하여 교면포장 하부 바닥판에 대한 GPR 조사 및 분석, 열화 콘크리트부 코어 채취 및 소구경 내시경 조사, 콘크리트 내 염화물 함유량 분석 등을 실시하였다. 또한, 리모델링 사업이 전면교통차단 후 공사 시행을 계획함에 따라 고속도로 및 인근 도로에 대하여 교통량 조사를 실시하고 교통차단시 우회도로별 예측 교통량 분석도 실시하였다.



이러한 조사로 눈에 보이는 손상뿐만 아니라 내부의 콘크리트가 결합력을 잃고 모래알처럼 되는 사질화, 내부 철근 부식 등도 확인할 수 있었다. 이 구간내 구조물 외에도 보수나 개량이 필요한 배수시설, 가드레일 등도 함께 조사하여 리모델링 공사 시 같이 개량할 수 있도록 계획하였다.

이런 노후 교량에 대한 리모델링 사업을 처음으로 추진함에 따라 손상정도에 따른 전면개축, 상부 바닥판 개축 필요 여부 판단 등 보수수준 결정하는 기준도 새로이 마련하여 적용하였다. 먼저 1978년 이전 과거 설계하중 기준인 DB-18(총중량 32.4ton)로 설계된 교량은 현재의 설계하중



기준 DB-24(총하중 43.2ton)을 적용하여 전면개축하는 것으로 계획하였다. 모든 교량들이 하부구조는 구조상의 문제없이 양호한 상태를 유지하고 있어 부분개축은 바닥판에 한정하여 검토를 진행하였고 도로교통연구원과 함께 다음과 같은 기준을 마련하였다.

**< 바닥판 교체 기준안 >**

1. 바닥판 열화깊이가 두께의 1/2 이상인 면적이 전체의 20% 이상일 경우
2. 교면개량 횟수 2회 실시 이후, 바닥판 상태등급이 d이하인 경우
3. 바닥판 보수비용이 교체비용의 2/3 이상인 경우

☞ 상기 항목중 하나에 해당할 경우 바닥판 교체 가능

그 밖에 교면포장에 대한 재포장, 열화부 단면보수 등의 보수는 기존의 우리공사 보수·보강기준을 적용하여 설계를 실시하였다. 이러한 실시설계 결과, 전체 철거 후 개축이 필요한 교량은 1개교, 상부 바닥판 교체가 필요한 교량은 3개교로 조사되었으며, 그 외 교량부 재포장 12개교, 교량 부속시설 개량 37개소, 일부 토공부 재포장 21km/차로 등이 필요한 것으로 조사되었다.

교량 전체 개축과 상부 바닥판 개축시에는 부재를 공장에서 제작한 후 현장에서 조립하는 프리캐스트 공법을 적용하여 우수한 품질확보 및 공사기간을 최소화할 계획이다. 다만, 아직까지는 이러한 공법들이 많지 않고, 특히나 유지관리 현장에서 시공사례도 적어 앞으로 철거와 시공에 관한 우수공법들의 발굴과 육성이 더욱 필요할 것으로 생각된다.

그리고, 시공 시에는 친환경적이고 내염해성이 강한 고로 슬래그 미분말 혼합콘크리트와 GFRP 철근 등을 적극적으로 사용하여 염해피해가 최소화될 수 있도록 할 예정이다.



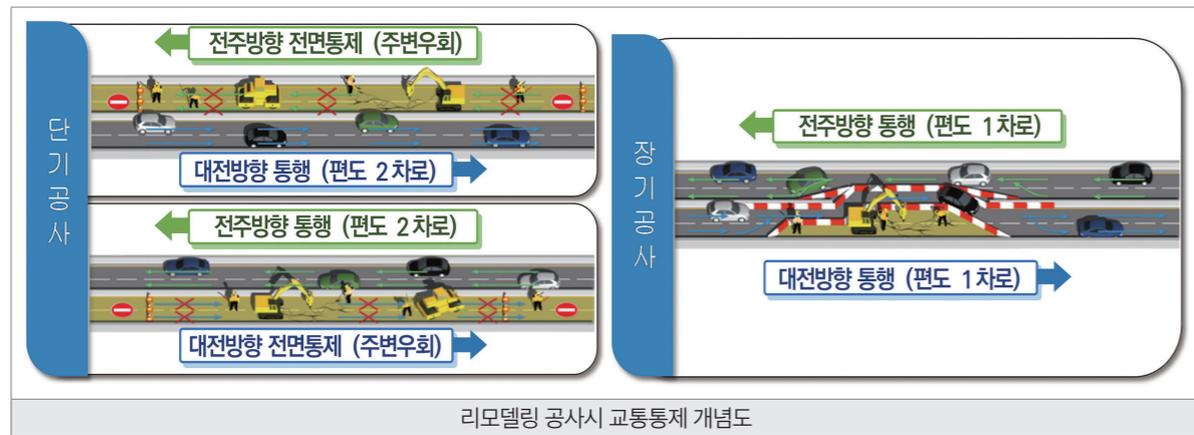
원효대교 바닥판 교체 사례

공사 시 교통관리에 대해서는 소교량 상부 바닥판 개축을 비롯하여 상부에서 작업이 필요한 공사들은 방향별 15일씩 전면차단을 실시하여 단기간 집중 공사를 시행할 계획이다. 그리고, 교량 전체 개축과 장대교량 상부 바닥판 교체는 좀 더 공사기간이 필요함에 따라 교량 한쪽방향만 전면차단하고 반대방향으로 1개 차로씩 교행통행하는 공사방법을 도입하여 시행할 계획이다. 실제로 이러한 교통통행 방법은 일본의 노후 교량 리뉴얼 프로젝트에서도 많이 활용되고 있다.

일방향 전면차단시에는 국도, 지방도, 시도 등을 이용하는 4개의 우회경로가 있으며, 각각 약 22분에서 40분까지 추가적인 통행시간이 소요될 것으로 예상되고 있다. 이러한 우회도로로 통행량 증가에 따른 인근 주민들의 안전확보를 위하여 과속방지턱, 차도와 보도 분리시설 설치 등 안전시설물 보완에 대해서도 적극적으로 검토하여 반영할 계획이다.



전면차단시 우회도로 현황



리모델링 공사시 교통통제 개념도

이러한 전면차단을 활용한 리모델링 사업을 실시하면 약 48억원의 공사비도 절감할 수 있지만, 가장 중요한 것은 잦은 교통차단을 줄임으로써 사용자 비용을 684억원 감소시킬 것으로 예상되고, 이용 고객과 이곳에서 일하시는 작업자의 안전에도 큰 효과를 거둘 것으로 기대되고 있다. 그러나, 이러한 전면차단 후 교통우회는 인근 도로관리기관과 주민들의 이해와 공감의 절대적으로 필요한 상태이다. 우선적으로 불편을 겪을 수밖에 없기 때문에 국토부, 경찰청 등 정부기관, 인근 도로관리기관, 지자체, 지역주민들에게 사업의 취지와 필요성을 충분히 설명하고 이해와 협조를 얻을 수 있도록 노력하고 있다. 또한, 공사전과 공사시에는 뉴스 등 언론매체, 전광표지, 내비게이션 등을 활용하여 충분히 홍보하여 사업으로 인한 국민불편이 최소화 될 수 있도록 할 계획이다.

### 3. 향후 노후 교량 리모델링 사업 계획

이러한 노후 교량 리모델링 사업의 지속적 추진을 위하여 사업이 필요한 구간을 선정할 수 있는 노후 교량 리모델링 지수 산정기준을 마련하였다. 리모델링 지수는 바닥판의 결함도, 교량 하부 여건에 따른 위험도, 제설제 사용량에 따른 열화환경, 공용년도, 중차량 교통량 등을 주요 인자로 구성하였다. 고속도로 전체 분기점 단위의 180개 구간에 대하여 리모델링 지수를 산정하고 우선순위에 따라 리모델링 중장기 계획을 수립하였으며, 이를 바탕으로 사업을 지속적으로 시행하여 다가오는 구조물 노후화로 인한 사회적 재난 위험에 선제적으로 대응해 나갈 예정이다.



노후 교량 리모델링 사업 우선순위