



보이지 않는 곳에서
안전한 길을 만듭니다.

도로에서 미끄럽지 않게
안전하게 다니실 수 있도록

도로에서 위험한 곳 없이
안전하게 다니실 수 있도록

JEIL TRADING

(주)제일트레이딩 사업소개

제설제 사업

빠르고 강력한 융빙성능을 자랑하는
고순도 염화칼슘, 제설염부터 친환경
액상, 고상제설제까지 모든 종류의
제설제를 수입 및 직접 제조하여
공급합니다.

도로보수재 사업

전천후 도로보수에 시공가능하며, 물에
강한 수경화성 아스콘, 고강도 아스콘,
일반 상온아스콘부터 크랙보수재,
급속경화보수재까지 다양한 용도의
도로보수재를 공급합니다.

제설작업 기계사업

안전하고 빠르게 톤백을 절개하는
톤백안전절개기, 경화 제설제를
파쇄하는 톤백파쇄기, 간이톤백절개기
등 작업자 안전을 위한 안전기계를
공급합니다.

JEIL TRADING

www.jeiltrading.co.kr 문의전화 : 02-3775-1040

ISSN 2586-2065

도로교통
2025 | 178

Journal of The Korea Road Association

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

- 인 터 뷰** 서울특별시 오대중 도로기획관
한국도로공사서비스(주) 오병삼 사장
- 정책 인사이드** 건설규제개혁, 어떻게 할 것인가?
- 특 집** 도로 유지관리의 새로운 패러다임: 리뉴얼과 디지털 전환
- 정책과 기술** 도로포장 통합유지관리를 위한 조사장비 및 디지털기반 정보시스템
비염화물계 동결 억제 도로포장
- 도로 지식** 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기_NATM 터널 리스크와 안전관리
- 도로와 법률** 도로에서 발생하는 사고와 도로설치 및 관리자의 법적 책임
- 그 날의 도로** 돈화문로에서 만나는 조선시대 왕의 길
- 도로에 세 이** 노량해전 바다에 일본 기술과 자본으로 놓인 남해대교
- 도로와 인문학** 문화예술 속 교량의 미학 쉼다리
- 랜선도로여행** 제주에서 가장 긴 해안 드라이브 코스_제주 해맞이 해안도로
- 역사의 길** 한강과 전쟁의 기억, 노량진과 용산
- 자동차 이야기** 조랑말 신화의 뿌리_대대손손 가보로 삼거라
- 사찰로 이어지는 길** 구례 화엄사 흥매화와 4사자삼층석탑
- 특별 초대석** 아시아대양주 도로기술협회 김성환 회장

2025 고양
아시아·대양주 도로대회
2025. 10. 26(일) ~ 10. 31(금)
고양 킨텍스(KINTEX) 제2전시장

178

www.kroad.or.kr



서울특별시
오대중 도로기획관



한국도로공사서비스(주)
오병삼 사장



이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다

한국도로협회

KROAD 한국도로협회



새로운 도전, 끝없는 도약으로
세계로 미래로 뻗어가는 Smiling Technology의 제일엔지니어링종합건축사사무소



국내최초 보차도분리 개방형 회전교차로 / 새만금 남북도로(4공구)

교통인프라사업

물인프라사업

에코스마트사업

철도사업

국토도시사업

CM사업

해외사업

· 김해 금관가야 휴게소



부산외곽순환 8공구

· 낙동강교



안동시 관내우회도로(교리-수상)

· 왕숙터널



남양주왕숙 국도47호선

· GRNVV교



모리서스 교통혼잡개선



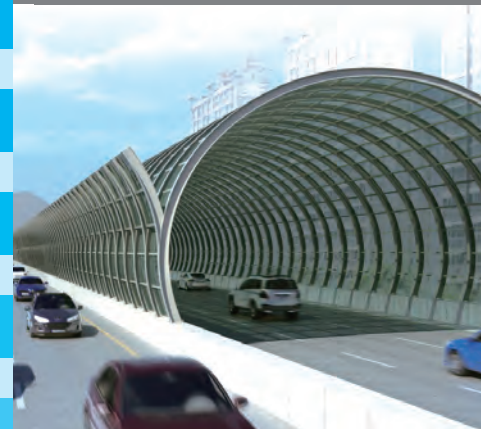
방음시설(중소기업기술마켓)



신축이음장치(혁신제품)



교량점검시설(혁신제품)



방음터널(중소기업기술마켓)

혁신기술을
선도하는



교량배수시설(중소기업기술마켓)



표지판(중소기업기술마켓)



비탈면 점검로(중소기업기술마켓)



도로교통시설물(중소기업기술마켓)

누리이앤씨(주)

www.nurienc.co.kr

- 본사: 경기도 용인시 기흥구 흥덕2로 87번길 18, 이씨티빌딩 B동 504, 505호
- 김천지사: 경상북도 김천시 구읍길 90
- 당진지사: 충청남도 당진시 송산면 동곡로 155-21 205호
- 공장: 경기도 화성시 송산면 송산동로 139

T: 031-214-2503 / F: 031-214-2501 / E: nr@nurienc.co.kr

토목공사업

· 금속구조물·창호공사업

· 기계설비공사업 전문



올바른 기업문화, 고객만족을 지향하는 제일엔지니어링종합건축사사무소는
06779 서울시 서초구 강남대로16길 22-6(양재동) TEL)02-3498-2600 에서 토털 엔지니어링 서비스를 제공하고 있습니다.

C o n t e n t s



6

인터뷰

1. 서울특별시 오대중 도로기획관 6
2. 한국도로공사서비스(주) 오병삼 사장 12

정책 인사이트

- 건설규제개혁, 어떻게 할 것인가? 18

특집

- 도로 유지관리의 새로운 패러다임: 리뉴얼과 디지털 전환 22

정책과 기술

1. 도로포장 통합유지관리를 위한 조사장비 및 디지털기반 정보시스템 26
2. 비염화물계 동결 억제 도로포장 34

업무 속 도로지식

- 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기 40
- 제10강 NATM 터널 리스크와 안전관리

도로와 법률-전문가의 시선

- 도로에서 발생하는 사고와 도로설치 및 관리자의 법적 책임 52

그날의 도로

- 돈화문로에서 만나는 조선시대 왕의 길 56

도로에세이

1. 노량해전 바다에 일본 기술과 자본으로 놓인 남해대교 58
2. 미군정의 도로(6)_길의 역사 26편 64

도로와 인문학

- 문화예술 속 교량의 미학 제9편_섬다리 66

Connecting the world,
Thinking for the future

랜선 도로여행

- 제주 해맞이 해안도로 76

나라사랑 역사의 길

- 제5편_한강과 전쟁의 기억, 노량진과 용산 82

자동차 이야기

- 조랑말 신화의 뿌리 ③ “대대손손 가보로 삼거라” 86

사찰로 이어지는 길

- 구례 화엄사 홍매화와 4사자삼층석탑 90

도로 인사이트

1. (주)제일트레이딩_도로 유지관리와 사고 예방을 위한 최고의 선택 98
2. 자전거 도로 정보 13편_낙동강 자전거길 100

알뜰정보

- 도로및공항기술사 취득을 위한 전략 102

New Books & Tech

한국도로협회 소식

특별 초대석

- 아시아대양주 도로기술협회(REAAA) 김성환 회장 106



표지사진_ 서울달과 마포대교(제공 ©서울특별시)

| 통권 제178호 |

계 간 도로교통

발행일 2025년 4월 7일

발행인 함진규

발행처 한국도로협회

주 소 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층

편 집 최희철, 황훈희, 노성규, 이정윤,
위 원 유동민, 여인수, 최지선, 윤재용,
박진우, 한계령, 배재현, 김보성,
이호정, 홍보나, 이재욱, 류수지,
이종민, 이겨레, 윤유정, 박주훈,
이도근, 김정화, 노우현, 고우영,
이현규, 임보라

편 집 박진우, 이호정

문의처 교육홍보실(02-3490-1022)

이메일 pjw@kroad.or.kr

디자인 문화공간(02-2266-1897~8)

본지는 간행물윤리위원회 윤리강령을 준수합니다.
도로교통에 실린 글은 한국도로협회 홈페이지(www.kroad.or.kr)와 이메일 뉴스레터를 통해서도 보실 수 있습니다.

※원고의 내용은 한국도로협회의 편집방향과 일치하지 않을 수 있습니다.



도로 인프라 혁신은 시민의 일상을 바꾸는 힘

/

거침없는 실행력으로

안전하고 매력적인

서울을 만들어 나갈 것



오대중 | 서울특별시 도로기획관

서울시 재난안전실 오대중 도로기획관은 풍부한 실무경험과 기술을 결합하여 도로·보행환경 개선, 재난 대비, 인프라 안전관리 등 핵심 사업을 이끌고 있다. 간선도로망 확충부터 잠수교 보행화, 교량 점검 고도화에 이르기까지, 시민 안전과 도시 가치를 최우선으로 삼는 그의 추진력은 지방공무원의 모범 사례로 꼽힌다. 도시 인프라 혁신을 통해 시민들에게 안전하고 편리한 생활환경을 제공하고, 다양한 첨단기술을 적극 도입해 미래지향적 정책을 선도한다는 것이 그의 비전이다. 그는 인터뷰를 통해 “서울 시민 의견을 반영하며 도로분야 혁신과 가치를 구현해 나갈 생각”이라고 밝히며, “첨단 도로기술과 풍부한 실무경험으로 도로와 보행환경, 재난안전, 인프라 개선을 위해 노력할 것”이라고 덧붙였다. 유능한 지방공무원으로서 시민안전과 도시가치를 높이는 서울특별시 오대중 도로기획관을 만나보자.

동행·매력 특별시 서울

서울특별시 오대중 도로기획관을 만나다

Q 안녕하세요, 오대중 도로기획관님. 바쁘신 와중 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 먼저 간단히 인사 말씀 부탁드립니다.

안녕하세요. 서울시 재난안전실 도로기획관 오대중입니다. 이렇게 서울시의 도로 정책과 주요 사업에 대해 이야기할 기회를 주셔서 감사합니다. 서울시는 시민의 안전과 편의를 최우선으로 하여 지속가능한 도시 인프라를 구축하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 이번 인터뷰를 통해 서울시가 추진 중인 다양한 도로 사업과 비전을 독자 여러분께 잘 전달할 수 있기를 기대합니다.

Q 도로기획관으로서 서울 시민을 위한 핵심 가치를 어떻게 설정하고 계십니까?

서울시는 간선도로망 확충, 보행환경 개선, 지속가능한 도로 관리에 중점을 두고 있습니다. 동부간선도로 지하화, 잠수교 보행화, 한강 교량 명소화 등 시민 중심의 혁신

적 프로젝트를 통해 안전하고 편리한 도로 환경을 조성하고 있습니다. 궁극적으로는 첨단기술 도입, 민관 협력, 소통 강화를 통해 시민이 직접 체감할 수 있는 인프라를 구축하며, 세계적 수준의 안전하고 쾌적한 도시를 실현하고자 합니다.

Q 서울시 도로 정책에서 지역 균형 발전은 어떻게 이루어지고 있나요?

서울시는 권역별 특성을 고려한 간선도로망 확충과 구조 개선을 통해 지역 균형 발전을 도모합니다. 동부간선지하도로, 경부간선도로 재구조화, 영등포로터리 구조개선, 국회대로 지하차도 및 상부공원 조성, 용산국제업무지구 광역교통 개선대책 등 다양한 사업을 병행해 교통정체를 완화하고, 도로 위 안전과 쾌적성을 높여 시민들의 이동 편의와 도시 경쟁력을 함께 높이려 합니다.





동부간선지하도로 사업에 대해 설명하고 있는 오대중 도로기획관

___ 동부간선지하도로 사업이 주목받고 있는데, 주요 목표와 기대 효과는 무엇인가요?

동부간선도로 지하화를 통해 교통체증 해소와 함께 중랑천 둔치를 친환경 공간으로 조성해 동북권 균형 발전 촉진에 기대할 수 있습니다. 동북권 도심 내 녹색 인프라를 확대하고, 시민들에게 여가와 휴식을 제공하는 새로운 도시 공간을 창출할 것입니다.

___ 잠수교 전면 보행화 사업과 같은 한강교량 여가 공간 조성사업이 갖는 의미는 무엇인가요?

잠수교를 단순 교통시설이 아닌 시민 문화공간으로 전환해 한강의 매력을 극대화하려 합니다. 다양한 콘텐츠를 도입하고 접근로를 개선하여 한강이 가진 자연·문화 자원을 최대한 즐길 수 있도록 하고, 더불어 쉼터와 매력공원, 노을전망대도 조성하려고 합니다. 이는 도시 미관과 시민 여가, 한강 관광을 동시에 고려한 서울시의 대표적인 프로젝트 중의 하나입니다.

___ 보행환경 개선에 있어 가장 중점을 두시는 부분은 무엇이며, 추진 사업은 어떤 것들이 있나요?

보행은 도시 이동의 기본이며, 안전하고 쾌적한 보행환경은 시민 삶의 질과 직결됩니다. 우리 서울시는 노후 보도 정비, 횡단보도 턱 낮춤, 장애인 안전시설 보강 등을 통해 '걷기 편하고 머물기 좋은 거리'를 만들기 위해 노력하고 있으며, 기본적인 접근성과 안전을 우선순위에 놓고 사업을 진행 중입니다. 또한 '감성거리 조성'을 통해 관광객 3천만 시대에 걸맞은 매력적인 공간 조성을 위해 노력하고 있습니다. 대표적인 사례로 서울시내 종로구 돈화문로 11길이 있습니다.

___ 보행환경 개선과 관련하여 보도시설물 관리하는 어떻게 이루어지고 있나요?

시민의 안전과 직결되는 보도시설물도 지속적으로 손볼 예정입니다. 보행자 안전을 위해 강화된 방호울타리를 설치하고, 보행자 사고 우려 구간에도 보도용 차량 방호울타리



한국도로협회 최희철 상근부회장

를 확대 설치하며, 낙상사고 우려가 있는 미끄러운 경계석 등도 정비하여 보행 안전사고 예방에 노력하고 있습니다. 또한, 도로점용허가를 받고 실명제로 운영 중인 생계형 노점에 대해서는 판매대 교체, 전기 등의 기반시설 보수와 정비를 통하여 안전하고 위생적인 판매시설을 만들며, 무허가 노점은 지속적으로 정비하여 보행 불편 해소와 도시미관 개선도 추진합니다.

___ 시민들이 체감하는 도로 불편 해소는 어떻게 이루어지고 있나요?

상습정체나 사고위험 구간을 '긴급도로 개선 대상'으로 선정하여 차로 확장, 보행자에게 위협이 되는 교통섬 철거 등 개선사업을 추진하고 있습니다. 시민 제안 사이트를 통해 접수된 불편 사항을 신속 검토하는 한편, 운수업자 의견도 적극 반영해 실효성 높은 현장 개선을 지속적으로 추진하고 있습니다. 또한, 시민 제안을 적극 반영하여 불합리한 차로와 보행 공간을 개선하고 있습니다. 월드컵북로 중앙녹지대 제거, 좌회전 대기차로 연장 등 실질적인 문제 해결에도 집중하고 있습니다.

___ 도로포장과 포트홀 문제는 민원에 민감한 분야입니다. 어떻게 대응하고 계십니까?

매년 포장 상태를 전수조사하여 우선순위를 정해 보수하며, 포트홀 자동탐지시스템과 차도 모니터링단(택시·버스)을 운영해 신속한 보수를 진행합니다. 또한 '서울형 도로포

장 표준모델'로 고강성 포장, 기능성 아스팔트 등을 적용해 파손을 줄이고 있습니다. 참고로 서울형 도로포장 표준모델은 고강성 콘크리트와 제강슬래그 포장 같은 신소재를 활용해 포장의 내구성을 높이고 기후변화에 대응하는 공법입니다. 이를 통해 유지관리 비용 절감과 도로 수명 연장을 기대할 수 있습니다.

___ 재난안전실 차원에서 교량과 터널 등 시설물 안전 관리는 어떻게 이루어지고 있나요?

법정 주기에 따른 정밀 점검과 진단은 기본이고, 드론을 이용한 사각지대 확인이나 동영상 촬영으로 모든 부재 상태를 기록해 변화를 추적 관리합니다. IoT 센서를 활용한 과적차량 단속, 계측시스템 확충 등을 병행해 교량 전반의 안전도를 높이고 있습니다. 서울시는 도로시설물 점검 효율성을 높이는 스마트 기술 기반 예방적 유지보수를 실현하고 있습니다.

___ 서울시에서 교량 기초구조물 점검방법으로 수중드론 도입을 추진하셨는데, 어떤 장점과 기대효과가 있는지 궁금합니다.

잠수사 투입 시 발생하는 인력 안전문제를 크게 줄이고, 점검시간 및 영상품질 개선 등의 효과를 기대할 수 있습니다. 인력점검 대비 능력 및 정확도가 향상되어 교량 등의 기초구조물 상태 파악과 보수 전략 수립에 큰 도움이 됩니다.





지하차도 침수 방지 정책을 설명하고 있는
오대중 도로기획관

____ 최근 기후변화로 인해 갑작스러운 폭우가 잦아지고 있습니다. 관련하여 지하차도 침수와 지반침하 사고가 발생하고 있는데, 이를 해결하기 위한 대책은 무엇인가요?

지하차도 침수 방지를 위해 진입차단 설비를 조기 설치하고, 침수 위험을 탐지하면 차량 통행을 즉각 제한합니다. 지하차도 구조적 보강과 배수 시설 개선도 병행해 시민 생명과 재산을 보호하는 데 주력하고 있습니다. 또한 지하 공동 탐지 기술도 도입하여 안전관리를 강화하고 있습니다. 정기·특별점검을 확대하고 굴착공사장 주변 공동조사를 매월 실시합니다. 또 지반침하 관측망 설치를 단계적으로 늘려, 도로 밑 지반 정보를 상시 모니터링합니다. 사소한 지하공동도 놓치지 않도록 첨단 센서와 협업체계를 갖추고 있습니다.

____ 도로기획관님께서서는 다양한 사업을 성공적으로 추진하고 계신데, 공무원으로서 가장 중요하게 생각하는 가치는 무엇인가요?

시민 여러분의 제안을 적극 반영하여 실질적인 문제를 해결하는 것에 초점을 두고 있습니다. 이는 정책의 효과성을 높이고 시민 만족도를 증대시키는 데 큰 역할을 하며,

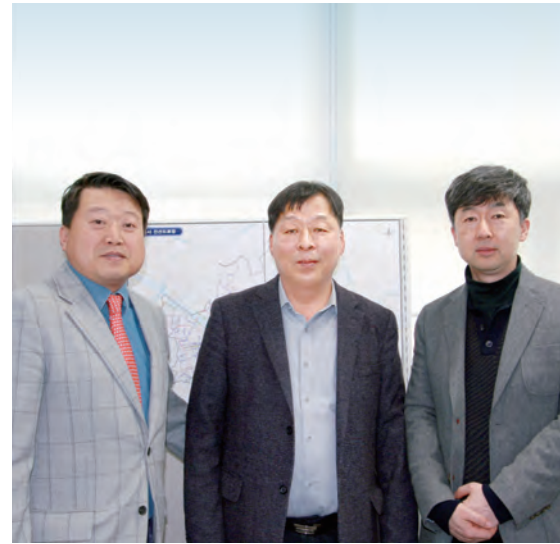
행정과 시민 간 신뢰를 쌓는 중요한 과정입니다. 현장의 목소리를 중시하고, 신기술을 적극 도입하는 동시에, 사업 기획 단계부터 여러 부서와 소통해 시너지 효과를 낼 방안을 찾습니다. ‘실무’와 ‘전략’이 균형을 이룰 때 도시 인프라 정책도 효과적으로 완수된다고 믿고 있습니다.

____ 시민과의 소통이 중요하다는 말씀을 하셨는데 구체적으로 어떻게 실현하고 계신가요?

서울시는 ‘상상대로 서울’이라는 시민 제안 웹사이트, 찾아가는 현장 간담회, 공모사업 등으로 직접적인 의견 수렴 창구를 열어두고 있습니다. 공무원의 일은 궁극적으로 ‘시민을 위한 것’이므로, 참여와 피드백 과정을 거쳐 실제로 필요한 개선책을 빠르게 반영하는 데 집중하고 있습니다.

____ 도로기획관으로서 서울시 도로정책이 장기적으로 지향해야 할 방향은 무엇이라고 보시나요?

앞으로 서울시는 단순한 도로건설에서 벗어나 ‘친환경·보행 중심’으로의 전환이 중요합니다. 녹지 조성 and 지하도로화, 공중선 지중화 등 도시 환경과 조화를 이룰 수 있는 다양한 시도를 계속할 계획입니다. 시민 생활을 안전하고 편안하게 만드는 것이 우리 목표입니다.



인터뷰를 마치고 한국도로협회 최희철 상근부회장, 황훈희 본부장과 서울특별시 오대중 도로기획관이 기념 촬영을 하고 있다.

____ 서울시 도로기획관으로서 도로협회와의 협력에 대해 어떻게 생각하시나요?

한국도로협회는 도로 분야의 전문성과 네트워크를 갖춘 중요한 기관으로, 서울시와의 협력은 매우 큰 시너지 효과를 낼 수 있다고 생각합니다. 작년에 협회와 공동으로 기획하고 개최한 ‘도로 건설·안전·관리 정책 세미나’를 통해 서울시 도로 관련 부서, 자치구, 유관기관 등 약 150여 명이 참석하여 도로안전 대책과 신기술을 논의하는 자리였습니다. 특히, 도로 안전시설물 개선과 관련된 혁신 기술이 소개되었으며, 서울시와 협회의 협력으로 도로안전 분야의 발전 가능성을 확인할 수 있었습니다.

____ 도로협회와 협력을 통해 시민들에게 전달하고 싶은 가장 중요한 메시지는 무엇인가요?

사람 중심의 안전하고 지속가능한 도로 환경을 만들기 위해 양 기관이 서로 힘을 합쳐 실무교육, 연구개발, 도로안전 캠페인을 추진한다면, 결과적으로 시민 모두가 안전하고 편리한 도로를 함께 누릴 수 있을 것입니다.

____ 마지막으로 도로·교통 분야 관계자들에게 전하고 싶은 메시지가 있다면 무엇일까요?

미래 지향적 인프라와 도시 경쟁력은 서울시가 단독으로 만드는 것이 절대 아니죠. 시민·공공·민간이 긴밀히 협력해 ‘안전하고 지속가능한 도로교통 환경’을 함께 구현해야 합니다. 혁신의 아이디어와 적극적 참여가 모일 때 도시가 한 단계 도약할 수 있다고 믿습니다. 서울시에서도 적극 행정을 펼쳐 누구나 살고 싶고 머물고 싶은 도시로 만들기 위해 노력하겠습니다. 감사합니다.

서울특별시 추진 중인 주요 사업들은 시민의 안전을 위한 노력의 결과물이다. 특히, 이번 인터뷰를 통해 확인한 오대중 도로기획관의 열정과 전문성은 서울시 도로 행정의 큰 자산임을 느낄 수 있었다. 앞으로도 서울특별시가 더욱 안전하고 지속가능한 도로 환경을 만들어갈 기대해 본다.



오대중 서울시 재난안전실 도로기획관은 1995년 공직에 입문하여 도로 및 교통 분야에서 다양한 경력을 쌓아왔다. 서울시 강남구 안전교통국장, 균형발전본부 동북권사업과장 등을 역임했으며, 도시계획 및 재생사업 분야에서도 풍부한 경험을 보유하고 있다. 2024년 서울시 도로계획과장을 맡아 도로정책을 총괄했으며, 2025년부터 도로기획관으로서 도로 안전 및 관리 체계 강화에 힘쓰고 있다.

ex service

한국도로공사서비스



혁신·신뢰의 리더십

한국도로공사서비스(주) 오병삼 사장

“사람중심 경영혁신으로 도로교통서비스 대표기관으로 자리매김할 것”

“지속가능한 경영과 사회적 책임 이행에 더욱 앞장설 것”

한국도로공사서비스는 오병삼 사장이 제2대 사장으로 부임한 이후 괄목할 만한 성과를 거두며 새로운 도약을 이어가고 있다. 오병삼 사장은 취임 직후부터 국민의 안전과 고객 만족을 최우선 가치로 삼고 도로교통 공공서비스를 선도하는 공기업으로 나아가기 위해 모범 경영을 실천하고 있다. 특히 2년 연속 공공기관 청렴도 평가 2등급 달성, 가족친화인증기업 2회 연속 획득, 4년 연속 독서경영 우수직장 인증 등의 성과는 강력하고 온화한 리더십을 증명한다. 또한 장애인·여성·새터민 등 사회적 배려 대상 고용에 앞장서고 ESG 경영 및 사회공헌 강화로 사회적 책임을 완수하며 신뢰받는 기관으로 자리매김하고 있다. 한국도로공사서비스는 디지털 대전환 시대를 맞아 새로운 도전을 준비하고 있다. 오늘은 오병삼 사장의 그동안 성공 사례를 바탕으로, 한국도로공사서비스의 미래 비전과 도전 과제에 대해 이야기를 들어보았다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

스마트한 혁신, The 나은 미래로(路)!

빠르고 쾌적하며 안전한 스마트고속도를 제공할 것을 약속합니다.

____ 오병삼 사장님, 안녕하세요. 오랜만에 뵙습니다. 그동안의 근황과 현재 맡고 계신 한국도로공사서비스 주식회사를 소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 한국도로공사서비스 사장 오병삼입니다. 10여 년 전에 두산건설에 있을 때 협회 운영위원으로 활동을 했던 추억이 있습니다. 이렇게 도로협회와 밀접한 관련이 있는 회사 대표로서 인사를 드리게 되어 감회가 새롭습니다. 저희 한국도로공사서비스는 통행료 수납, 콜센터 상담, 교통방송 제공 등 고속도로를 이용하는 국민에게 안전하고 편리한 서비스를 제공하는 공공기관입니다. 전국 10개 권역본부, 386개 영업소에서 고객을 맞이하고 있으며, 콜 상담을 통해 고객의 소리를 듣고 실시간 교통방송을 제공하는 등 24시간 불 꺼지지 않는 서비스를 제공합니다.

____ 한국도로공사서비스의 비전은 무엇이며, 이를 달성하기 위한 전략은 무엇인가요?

우리 회사는 ‘고객과 함께 미래를 열어가는 최고의 교통 선도기업’ 비전 아래 전 임직원이 한마음으로 노력하고 있습니다. 디지털·비대면 통행료 수납체계 고도화, 신설 영업소 개소를 통한 고객센터 및 편의 증진 도모, 통행료 심사업무 효율화, 콜 상담 데이터 분석 및 AI·디지털 기술 확장 등의 전략을 수립하여 미래지향적 교통 서비스 혁신을 꾀하고 있습니다.





한국도로협회 최희철 상근부회장이 오병삼 사장과 인터뷰하고 있다.

___ 40년간 다양한 건설 및 교통사업을 이끌어 오셨습니다. 이러한 경험이 현재 경영 철학에 어떤 영향을 미쳤는지 궁금합니다. 또한, 조직을 이끌어가면서 가장 중요하게 생각하는 가치는 무엇인가요?

저에게 가장 중요한 가치는 ‘사람’입니다. 도로교통 서비스 관련 기술은 하루가 다르게 발전하고 있고, 안전하고 쾌적한 고속도로를 이용하고자 하는 국민의 요구도 갈수록 커지고 있습니다. 최근에는 디지털 대전환 등 변화의 바람이 거세지며 우리 회사 역시 다양한 과제에 직면해 있습니다. 이럴 때일수록 사람 중심 경영을 통해 혁신을 꾀해야 합니다. 그동안 저는 40년간 민자 도로 운영사 설립 및 첨단 지능형 교통시스템 도입, 고속도로 시설물 운영체계 고도화 등 다양한 프로젝트를 수행하며 어려운 문제를 만날 때마다 구성원과 머리를 맞대 해결했습니다. 특히, 관점과 식견, 전문성을 바탕으로 지속가능한 경영, 고객 중심 서비스를 실현하는 데 힘쓰고 있습니다. 또한, 조직 성장과 임직원 역량 강화를 위해 열린 아이디어를 교류하고 과감히 실행도전할 수 있도록 전폭 지원하고 있습니다.



___ 과거 사장님께서 추진하신 신분당선 무인 전철 및 철도 부품 국산화와 관련된 경험이 현재 회사 운영에 어떻게 기여하고 있나요?

신분당선 건설 당시, 국내 최초로 무인 중전철 시스템을 성공적으로 도입하며 철도 핵심 부품의 국산화를 추진했습니다. 이를 통해 유지보수 비용 절감과 중소기업 육성에 기여했고, 신호시스템 분야의 핵심 기술을 확보해 해외 수출까지 이끌어냈습니다. 이러한 경험은 현재 스마트 교통정보 운영시스템 구축과 효율적인 통행료 납부 운영체계 확립, 통행료 무인정산기 도입 및 스마트톨링 시범 운영 등 혁신 과제를 수행하는 데 중요한 자산으로 작용하고 있으며, 궁극적으로 교통 서비스 혁신에도 큰 영향을 미치고 있습니다.

___ 외부 환경 변화에 대응하는 것만큼이나 공공기관으로서 내실을 다지기 위한 노력도 굉장히 중요합니다. 지속가능한 경영을 위한 사장님만의 노력이 궁금합니다.

대국민 교통서비스를 제공하는 대표기관으로 우뚝 서기 위해 윤리·청렴, ESG 경영에 앞장서고 있습니다. 내부적으로는 ‘내부통제위원회’를 구성해 리스크 요인을 사전에 파악하고 예방책을 마련하여 조직 안전성을 높이는 데 힘쓰고 있습니다. 외부적으로는 각 분야 전문가로 구성된 위원회를 꾸려 정책자문을 얻고 미래지향적 경영혁신을 꾀하기 위한 협력체계를 구축했습니다. ‘인권경영위원회’, ‘ESG 혁신경영 협의체’를 통해 윤리경영 및 지속가능한 경영 구축에 힘쓰고 있으며, 최근 발족한 ‘경영혁신추진위원회’를 중심으로 미래 성장동력 및 혁신과제 발굴에 앞장설 계획입니다. 또한, 공공기관 부패방지 분야 대통령 표창을 수상한 기관으로서 모범을 보이기 위해 노력하고 있습니다.



___ 전국 10개 권역본부, 386개 영업소 등 6천 명에 가까운 직원이 근무하는 인적자원이 상당한 공공기관입니다. 효율적인 조직 관리와 직원 역량 강화를 위해서도 고민이 많을 것 같습니다.

네, 맞습니다. 대규모 인력을 보유한 공공기관으로서 사회적 가치 실현을 주도하기 위해 지난해 과감한 조직 개편을 감행했습니다. 노사협력, 미래사업, 정보보안, 인재교육, 안전관리, 대외협력, 홍보팀 등 신설 팀을 이끌 우수 인재를 경력직 채용으로 선발했으며 SI 교육을 비롯하여 직급별 역량 강화 및 인문소양 교육에도 힘쓰고 있습니다. 또한, 고속도로 노선이 지속 확대됨에 따라 미래 교통서비스를 이끌 신입사원을 지속 선발하고 있습니다. 지난해 250명의 사원을 선발한 데 이어 올해도 ‘채용형 인턴’을 대거 선발하여 정부의 고용정책에도 적극 동참할 계획입니다.

___ 장애인, 여성, 새터민 등 사회적 배려 대상의 비율이 매우 높은 것으로 알고 있습니다. 포용적 근무 환경 조성을 위해 어떤 노력을 하고 계신가요?

2025년 3월 기준, 한국도로공사서비스의 직원 비율은 여성 82.6%, 장애인 15.3%, 새터민 1.8%로 공공기관의 사회적 배려 대상 고용률을 상회하는 수준입니다. 차별 없는 포용적 조직문화를 조성하기 위해 노사 협력을 꾀하고 전 직원 대상 ‘장애인 인식 교육’을 비롯하여 CEO 주관 타운홀미팅 등의 소통 프로그램을 실시하고 있습니다. 특히, 지난해 ‘알가정 양립 선포식’을 열고 ‘저출산 극복 대책 TF’를 수립하여 사회적 문제인 저출산 극복을 위해 적극 앞장서고 있으며 기존의 모성보호시간 부여, 유연근무 등의 복지제도를 더욱 유연하게 확대하여 일하기 좋은 직장으로 거듭나고 있습니다.



한국도로공사서비스(주) 오병삼 사장

이러한 노력을 인정받아 2년 연속 여가부 주관 ‘가족친화인증’을 받았습니다.

___ 공공기관으로서의 사회적 책무를 다하기 위한 사회공헌 활동에도 아낌없는 지원을 하고 계십니다. 어떤 것들이 있는지 독자들에게 소개 부탁드립니다.

전국 영업망을 구축하고 있는 기관의 인프라를 활용해 지역 사회와 연계한 사회공헌 활동을 적극 추진 중입니다. 특히, 임직원의 자발적인 참여로 급여에서 공제하는 형식의 سما 일펀드를 조성하여 연 2억이 넘는 성금을 취약계층을 위해 기부하고 있습니다. 단순한 기부에서 벗어나 기관 특색을 발휘한 지속적 사회공헌 사업을 기획·발굴하는 데도 앞장서고 있습니다. 대표적으로 미혼모 가정의 정서·생계 자립을 돕는 ‘해피로드맘 캠페인’과 디지털 소외계층 대상 키오스크, 앱 등 IT 교육을 제공하는 ‘디지털 행복나눔 프로젝트’를 들 수 있습니다. 특히 ‘해피로드맘’의 경우 저의 깊은 고민이 담겨 있습니다. 국가적 과제인 저출산 해결을 위해 출산을 장려하는 제도만큼이나 엄마가 귀하게 품은 아이를 낳아 사회의 일원으로 성장하도록 돕는 게 중요하다고 생각했고, 이에 권역본부 직원들과 미혼모 가정을 매칭하여 정기 후원 및 돌봄을 이어가려고 합니다. 뿐만 아니라 직원 봉사 동아리인 ‘행복나눔봉사단’을 필두로 산불, 수해 등의 재난 시에 현장 지원 및 기부에 앞장서고 있습니다.



오병삼 사장이 본사에서 관리하고 있는 고속도로 영업소 386개를 소개하고 있다.

____ 전국적인 교통서비스 선도기관인 만큼 고객과 직원들의 안전을 위해 각별한 주의를 기울이고 계실 것 같습니다. 안전경영을 위해 어떤 노력을 하고 있는 지 궁금합니다.

네오트랜스 CEO 재임 중에 신분당선, 용인에버라인의 철저한 운영 및 유지관리를 통해 3무(무사고, 무재해, 무화재)를 달성한 바 있습니다. 이러한 노하우를 바탕으로 안전하고 쾌적한 고객 서비스 제공에 앞장서고 있습니다. 특히, 저희 기관은 고속도로 이용 고객의 안전 확보를 위한 적재불량 차량 단속 등의 업무를 수행하고 있습니다. 운행 제한 차량 단속을 위해 'AI CCTV 시스템' 운영으로 효율성을 제고하고, 차로 도로전광표지(VMS) 표출 및 주기적인 특별 단속 기간 운영을 통해 단속을 강화하고 있습니다. 실시간 재난 방송을 강화하고, 명절 및 휴가철에는 '특별영업대책기간'을 지정하여 고객의 안전을 최우선하고 있습니다. 내부적으로는 재난 대응 통합 매뉴얼을 제정하고, 안전·보건 전문인력을 지속적으로 확충할 계획이며, 개인정보 및 보안에도 각별히 신경 쓰고 있습니다.

____ 교통방송 운영이 고속도로 이용객들에게 어떤 가치를 제공하며, 앞으로의 발전 방향은 무엇인가요?

교통방송센터는 실시간 교통상황 전달뿐만 아니라, 재난이 발생하면 신속하게 정보를 제공하여 고속도로 이용객들의 안전과 편의를 책임지고 있습니다. 특히, 전국 고속도로 CCTV를 활용해 정체 구간이나 사고 정보를 실시간으로 분석하고 방송을 통해 신속히 전달함으로써 2차 사고 예방과 원활한 교통 흐름에 기여하고 있습니다. 앞으로는 AI와 빅데이터 기술을 접목해 보다 정교한 교통 예측 정보를 제공하고, 다양한 디지털 플랫폼을 통해 이용객들과의 소통을 강화할 계획입니다. 이를 통해 국민의 안전과 만족도를 더욱 높이는 스마트 교통방송으로 발전해 나가겠습니다.

____ 한국도로공사서비스 콜센터는 AI 보이스봇 등 혁신 기술 도입으로 상담 서비스 품질을 높이고 있습니다. 이러한 변화가 회사 운영에 어떤 영향을 미치고 있으며, 앞으로의 계획은 무엇인가요?

AI 보이스봇 도입은 콜센터의 상담 효율성을 크게 향상시키며 고객 만족도를 높이는 데 중요한 역할을 하고 있습니다. 하루 평균 5천여 건의 상담을 24시간 무중단으로 처리하며, 고객들이 보다 신속하고 정확한 응대를 받을 수 있도록 지원하고 있습니다. 특히, QR코드를 활용한 외국인 채팅 상담 전문 인력을 운영하고 있으며, 수어 상담 등 대상별 맞춤 채널을 구축해 접근성을 강화하고 고객 맞춤형 서비스에 앞장서고 있습니다.

____ 그동안 쌓아온 풍부한 경험과 노하우를 바탕으로, 앞으로 한국도로공사서비스가 나아갈 방향을 제시해 주십시오.

40년의 현장 경험은 저에게 큰 자산입니다. 이를 토대로 혁신 기술 도입과 직원역량 강화를 통해 조직 경쟁력을 높이고, 투명한 윤리경영 및 고객 중심 문화를 확산시켜 모든 구성원이 함께 지속가능한 성장을 이루어 나가고 있습니다. 앞으로 미래 성장동력을 발굴하고, 국내외 교통서비스 변화에 민첩하게 반영하는 등 사람 중심의 속도감 있는 경영혁신을 통해 명실공히 대국민 도로교통 서비스 대표기관으로 성장하겠습니다.

오병삼 사장은 풍부한 경험과 혁신적인 리더십을 바탕으로 한국도로공사서비스를 국민에게 신뢰받는 공공기관으로 이끌고 있다. 그는 미래지향적인 서비스 혁신, 고객 중심 서비스 강화, 윤리경영 실천 등 다양한 분야에서 변화를 주도하며, 도로교통 서비스의 새로운 기준을 제시하고 있다. 앞으로도 오병삼 사장의 비전과 노력이 한국도로공사서비스의 지속가능한 성장과 국민 편의 증대에 크게 기여할 것이다.



오병삼 한국도로공사서비스(주) 사장은 1985년 현대건설 해외토목사업본부에서 시작하여, 1991년부터 2018년까지 두산건설 부사장을 역임하며 주요 건설 프로젝트를 성공적으로 이끌었다. 특히, 중앙고속도로, 서울외곽순환고속도로, 경부고속철도 등 국가적 인프라 사업을 준공했으며, 민자사업으로 강남순환선, 대전천변고속화도로, 서수원~의왕 고속화도로를 건설했다. 이러한 성과로 대통령 표창(2007), 건설교통부장관 표창(2001), 행정안전부장관 표창(2011), 동탑산업훈장(2022) 등 다수의 상훈을 수상하며 탁월한 리더십과 전문성을 인정받았다. 또한, 신분당선 철도를 건설하여 운영사인 네오트랜스(주)를 설립하고 2018년부터 대표이사를 역임했으며, 2021년에는 누리플랜 그룹 부회장직을 맡아 도시경관 및 시설물 분야에서도 경영 역량을 발휘했다. 2023년 8월 한국도로공사서비스(주) 사장으로 부임하여 도로교통 분야에서 국민 편의 증진을 위해 노력하고 있다.



이상호 (주)유창이앤씨 부회장은 국내외 건설산업에서 명성을 쌓아온 저명한 전문가이다. 서울대학교 정치학과를 졸업하고 동 대학원에서 행정학 박사 학위를 취득했다. 한국건설산업연구원에서 연구원장을 역임하며 SOC 및 인프라 투자 확대와 건설정책 발전에 중추적인 역할을 했다. 사단법인 건설산업비전포럼 공동대표로 한국 건설산업 혁신을 주도하며 업계의 변화를 이끌었다. 또한 GS건설의 전략 담당 및 경영연구소장, 한미글로벌 사장, 법무법인 율촌 상임고문 등을 역임하며 부동산 개발, 해외건설, PM/CM 등 다양한 분야에서 실무와 경영 경험을 쌓았다. 그는 폭넓은 경력과 깊이 있는 통찰력을 지닌 대한민국 건설산업을 대표하는 리더이다. 이번 기고는 건설규제개혁에 대해 새롭고 전문적인 시각을 제시하며, 국내 건설산업이 나아가야 할 방향에 대한 깊이 있는 내용을 담았다.

LEE

이상호의 건설정책 포커스

건설규제개혁, Sang-ho 어떻게 할 것인가?

미국 트럼프 정부의 출범과 함께 가장 주목받고 있는 인물이라면 일론 머스크일 것이다. 그는 정부효율부(DOGE: Department of Government Efficiency)의 수장이다. 하지만 이름과 달리, 정부효율부는 미국의 공식적인 연방 행정부처(Department)가 아니라 일종의 자문 기구에 불과하다. 그럼에도 불구하고 정부효율부는 규제 철폐, 행정 축소, 비용절감 등을 통해 연방지출을 5천억 달러 이상 삭감하겠다고 한다. 정부효율부는 출범하자마자 국제개발처(USAID) 소속 공무원들을 대상으로 대규모 감원을 단행했고, 타 기관 공무원들을 향해서도 감원의 칼날을 돌리고 있다.



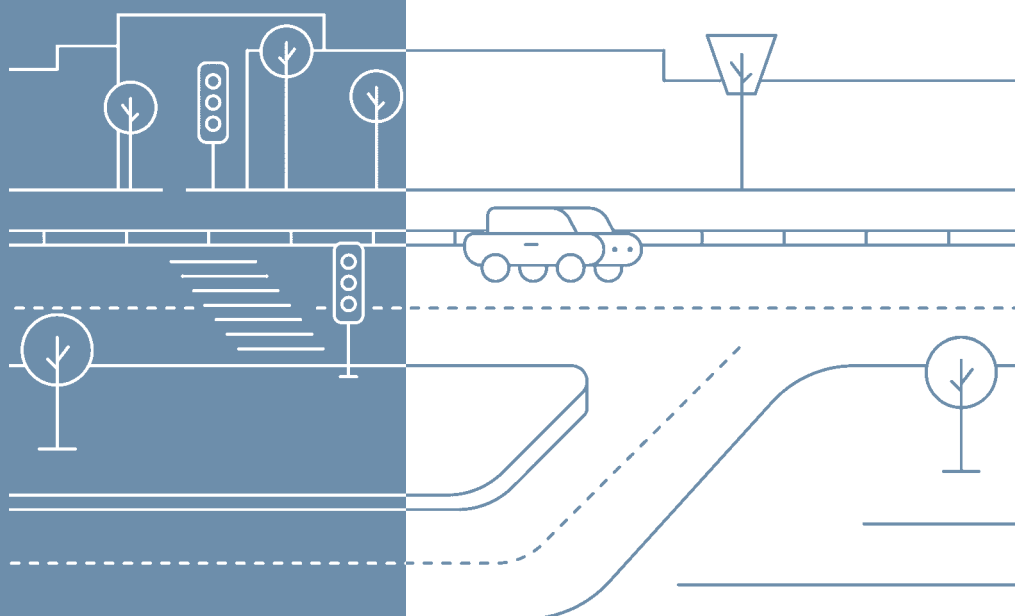
(주)유창이앤씨
이상호 부회장

선출직도 아닌 일론 머스크가 이끄는 정부효율부가 성공할지는 미지수다. 트위터를 인수했을 때 머스크가 했던 것 같은 대규모 감원이 미국 연방정부에서도 계속 통할지는 모르겠다. 공공부문의 본질이나 속성을 감안하면, 머스크식의 구조조정 방식이 옳다고 보기도 어렵다. 변덕스러운 트럼프 대통령이 얼마나 계속 머스크를 지지해 줄지도 미지수다. 이미 미국 내부에서는 수많은 저항과 반발이 빚발치고 있다. 잘해야 절반의 성공일 것이라고 생각하지만, 그나마 절반이라도 성공한다면 미국 역사상 가장 성공한 공공부문 구조조정일 것이라고 생각한다. 그래도 답답한 우리 현실을 보고 있노라면, 솔직히 말해서 부럽다.

규제개혁과 정부 혁신의 수장으로 혁신 기업가를 선택했다는 것부터가 의미심장하다. 트럼프 정부의 실세 중 실세라는 머스크를 수장으로 앉힌 것은 그럴듯한 전직 관료나 교수를 수장으로 선택하는 것과는 차원이 다르다. 연방정부의 장관이 아님에도 불구하고 내각 회의에 참석하여 발언하고, 파격적으로 대통령이 힘을 실어 주는 것

도 이례적이다. 중장기 규제개혁 로드맵을 설정하고 잡론을박 해가면서 개선안을 만들어 가는 식의 통상적인 방식과 달리, 정부효율부가 출범하자마자 연방정부 공무원에 대한 대규모 감원부터 단행하는 것도 놀랍다. 트럼프 1기 정부 때 “규제 1건 도입 시 2건 폐지”라는 행정명령을 발동했던 것과는 차원이 다르다. 법령의 제·개정보다 조직과 인력에 먼저 과감한 메스를 들이대고 있다. 천문학적인 미국 연방정부의 부채를 감축하려면, 이런 식의 대대적이고 파격적인 조치가 아니면 안 된다고 판단한 듯하다.

필자는 지난 30년간 연구원에서 오랫동안 건설 규제개혁 실무 작업에 참여하거나, 건설업체에 있으면서 건설 규제의 폐해를 직접 겪어 보기도 했다. 지난 30년간에 걸친 우리 정부의 규제개혁 성과를 평가하라고 한다면, 당초의 취지나 목표와 달리 “양적 확대와 질적 악화 추세”의 심화”가 초래되었다고 생각한다. 예외적으로 유의미한 규제 개혁이 이루어졌던 시기는 딱 한번 있었던 것 같다. 그 시기는 1997년 말 IMF 외환위기 직후 출범한 김대중 정부의 첫 1년간이었다. 당시 김대중 정부는 규제개혁위원회 등록 규제 건수의 50%를 1년 내에 폐지하도록 요구했다. 이 같은 조치가 1년 내에 50%를 폐지하겠다는 각오로 규제개혁을 하라는 것인지, 문자 그대로 등록 규제 건수의 50%를 폐지하라는 것인지 해석이 분분했지만, 어쨌든 김대중 정부는 등록 규제 건수의 50%를 출범 1년 만에 폐지했다. 급하게 서두르다 보니 폐지하지 말아야 할 규제도 폐지했다가 다시 살리는 등 우여곡절이 있기도 했지만, IMF 외환위기 상황과 김대중 정부 출범 1년 차라는 것 등을 배경으로 그나마 파격적이고 의미 있는 규제개혁이 이루어졌다고 본다. 그때 외에는 이렇다 할 규제개혁의 성과를 체감해 본 적이 없다.



흔히 건설산업은 규제 산업이라고 한다. 국민의 생명과 재산에 직결되는 산업이기 때문에 규제는 불가피하다. 하지만 강력한 규제는 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 필요한 수준에서 적절하게 이루어져야 한다. 특히 전체 산업 현장에서 발생하는 중대재해의 절반이 건설 현장에서 발생하기 때문에 건설현장의 안전을 확보하기 위한 규제는 반드시 강화되어야 한다. 하지만 현재 운용되고 있는 중대재해 처벌 등에 관한 법률의 실태를 보라. 중대재해 방지라는 입법 취지만 강조되었지, 시행한 지 몇 년이 지나 실효성이 없다는 것이 증명되어도 여전히 개선되지 않고 있다. 비단 안전만이 아니라 환경 분야에서도 갖가지 규제가 덧칠되다 보니 규제준수 비용은 갈수록 늘어나는 반면 생산성은 갈수록 떨어지고, 규제수단의 안전 확보와 환경 보호 효과는 누구도 증명하지 못한 상황에서 현장의 과잉 서류작업과 발주처의 감독이나 처벌만 강화되고 있다.

국민의 생명과 재산, 환경을 보호하기 위한 규제만이 아니라 특정 사업자 집단의 이해관계를 보호하기 위한 규제가 대단히 많고 강력한 것도 건설규제의 특징이다. 종합건설업, 전문건설업, 건축설계업, 전기공사업, 정보통신공사업, 소방공사업 등 수십 개의 건설 업종마다 이른바 ‘업역 보호’를 위한 규제를 갖고 있거나, 없으면 새로 만들기 위한 시도를 끊임없이 해왔다. 일단 하나라도 업역 보호를 위한 규제가 만들어지지만 하면, 아무리 불합리하더라도 수십 년간 폐지되지 않고 끈질긴 생명력을 자랑하고 있다. 개선이라도 해보자고 공청회를 열라치면, 특정 사업자단체가 공청회장을 점거하여 아예 논의조차 못 하게 원천봉쇄하면서 수십 년을 지탱해 온 규제도 있다. 물론 생업을 걸고 있는 건설사업자들의 이 같은 노력은 당연하다고 볼 수 있는 측면도 있다. 문제는 그런 규제들이 너무 많아 건설산업의 생산성이 추락하고 혁신을

어렵게 만든다는 것이다. 4차 산업혁명을 맞아 전 세계의 건설산업에서 융·복합이 진전되고 있는데, 우리만 파편화된 건설 업역 구조 속에서 각자의 부분적인 이익만 추구하다 보면 전체 건설산업의 쇠퇴를 초래하게 된다.

과도한 규제는 정부의존성을 심화시킨다. 건설사업자 간의 협상이나 협업 내지 경제성을 근간으로 하는 시장 논리에 기반을 두어서 풀어야 할 과제도 정부 규제로 해결하고자 하는 경향이 건설산업에 팽배해 있다. 그러다 보니 민간의 자율적인 영역은 갈수록 줄어들고 있다. 특히 최근 몇 년간은 정치적 혼란으로 인해 국회가 입법의 주도권을 쥐게 되면서 질 낮은 규제의 양산소 역할을 하고 있다. 한때 국회는 행정부가 제출하는 법안의 단순 통과처라는 의미에서 ‘통법부(通法部)’로 불리기도 했지만, 지금은 행정부와 사법부 위에 군림하는 듯한 위상이다. 전문가의 의견을 바탕으로 전체 국민과 산업의 이익을 균형 있게 고려하기보다는 편향된 특정 사업자나 단체, 지역 및 득표를 의식한 규제를 남발한 사례도 적지 않다. 전문가가 결정해야 할 규제의 내용과 수단을 비전문가인 정치인들이 결정하는 구조에서는 효율성은 물론이거니와 공정성도 기대하기 어렵다. 물론 규제의 정치적 의사결정에는 국회만 관여하는 것이 아니다. 건설공기업도 많지만 각종 협회 등을 비롯한 준공공부문 조직도 많다. 이들이 오랫동안 건설산업과 경제성장에 기여한 공도 충분히 인정해야 하지만, 환경변화에 따른 개편의 필요성도 있다.

탄핵 정국으로 나라 전체가 어수선한 시기지만 누군가는 미래를 대비해야 하고, 누군가는 글로벌 시장을 봐야 한다. 지금 같은 규제의 수렁 속에서는 건설산업의 미래가 어둡고, 글로벌 경쟁력을 가질 수 없다. 빙산의 일각에

“새로운 건설기술에는 기존의 규제를 고수할 것이 아니라 새로운 규제와 혁신의 틀이 필요하다”

불과하지만, 탈현장 시공(OSC: Off Site Construction)과 데이터센터 건설에 대한 규제를 보자.

숙련된 건설인력 확보의 어려움, 만성적인 공기 지연, 낮은 생산성 등을 탈피하기 위한 해법으로 전 세계적으로 현장 시공을 대체할 OSC 확산이 이루어지고 있다. 싱가포르, 영국, 미국 등에서 30층 내지 50층이 넘는 고층 건물도 OSC로 건설되고 있지만, 우리나라는 아직 13층이 최고층이다. 건설생산방식에서 차지하는 OSC 비중도 현격하게 낮다. 이렇게 된 이유는 낙후된 OSC 생태계 탓도 있지만, 현장시공에 적용되던 규제를 OSC에 그대로 적용하고 있다는 사실과도 무관하지 않다. 예컨대 현장 시공에 적용되는 시설물의 내화기준이라든지 전기·통신·소방설비 공사의 분리발주 의무화와 같은 규제는 OSC에도 동일하게 적용된다. 현장 시공비용보다 높은 공사비가 OSC 활성화의 가장 큰 걸림돌이지만, 현장시공 방식에 적용되는 것과 동일한 규제의 준수로 인하여 비용을 절감하기도 어렵다.

4차 산업혁명의 핵심시설이라 할 수 있는 데이터센터 건설도 마찬가지다. 데이터센터는 ‘방송통신시설’로 분류되고, 건축 비용의 일부를 미술 작품 설치에 사용해야 한다. 또한 오늘날의 데이터센터는 운영 프로세스가 자동화되어 있고, 대규모 그래픽처리장치(GPU)를 가동하는 역할을 수행하기 때문에 극소수의 상주인력만 있어도 되지

만 필요 이상의 부설 주차장 설치 의무가 부과된다. 이러니 미국의 데이터센터와 비교해 보면, 우리나라의 데이터센터는 비경제적이고 초호화판으로 지을 수밖에 없다.

기존의 규제가 새로운 사업이나 상품의 출현과 성장을 방해하는 사례는 특히 최근 들어 두드러진다. 디지털 혁명에 따라 혁신적인 기술들이 갈수록 건설산업에 적용되는 폭이 늘어나고 있지만, 기존의 규제 틀이 공고하게 자리 잡고 있기 때문에 그 틈을 비집고 들어가기 어렵다. 새 술은 새 부대에 담자고 하듯이, 새로운 사업이나 상품에는 기존의 규제를 고수할 것이 아니라 새로운 규제의 틀이 필요하다. 아울러 1970년대나 80년대와 같은 산업화시대, 개발연대이나 적합한 규제의 틀은 디지털시대와 선진국 진입에 발맞추어 전면적인 개편이 필요하다.

올해는 수많은 정치적 쟁점에 가려지긴 하겠지만, 규제개혁과 공공부문 혁신은 정책의 한 귀퉁이를 차지할 것이다. 지난 수십 년간 답습해 온 성과 없는 규제개혁 방식은 과감히 내버려야 할 시점이다. 지금 트럼프 정부와 일론 머스크가 정부효율부를 통해 추진하고 있는 방식이 정답은 아니겠지만, 우리도 그에 못지않은 과감하고 혁신적인 방식의 규제개혁이 필요하다. 건설산업을 비롯한 제반 산업의 글로벌 경쟁력 강화와 명실상부한 선진국 진입을 위해서는 획기적인 규제개혁이 이루어져야 한다. 

도로 유지관리의 새로운 패러다임: 리뉴얼과 디지털 전환

김광호 | 국토연구원 연구위원

도로의 전반적인 기능 저하 및 노후화는 유지관리의 패러다임 전환을 요구한다. 도로의 핵심 시설인 교량의 예를 들어보면, 전국의 도로 교량 중 준공 후 30년 이상 지난 개소 수는 2040년에는 현재보다 5.7배 증가하여 약 29,000개소에 달하게 된다(기반시설관리시스템, 2024년 자료 기준). 이와 같은 교량의 노후화 추세에 선제적으로 대응하지 못하면, 시설의 폐쇄 및 붕괴 등으로 인한 인명 피해, 도로 네트워크 단절 등의 막대한 사회적 비용을 감수해야 할 수 있다. 교량뿐만 아니라 포장, 비탈면 등 다른 시설물 공중에 대해서도 기후변화, 중(重)차량 교통량 등의 영향으로 발생하는 심각한 기능 저하에 대비하여 적절한 성능 개선이 필요하다. 이를 고려하여 국내·외적으로 대규모 갱신 및 대수선을 통한 고속도로의 리뉴얼(renewal)을 추진하거나, 유지관리 업무에 IoT(사물인터넷), AI(인공지능) 등의 기술을 적용하는 디지털 전환이 확대되고 있다.

본문에서는 이와 관련된 정책 및 사례에 대한 개괄적인 검토를 통해 도로 유지관리의 패러다임이 어떤 양상으로 바뀌고 있는지를 살펴보고자 한다.

1. 고속도로의 리뉴얼

일본에서는 도로를 장기적으로 보존하고, 주요 시설의 생애 주기 비용을 절감할 목적으로 대규모 갱신 및 대수선을 추진하는 것을 ‘도로의 리뉴얼’이라고 규정하고 있다. 특히 2005년 고속도로의 민영화 시행 이후, 교량 등 시설물의 상태 평가 및 점점의 필요성이 대두되면서 2011년 종합적인 조사가 이뤄진 것이 ‘고속도로 리뉴얼 프로젝트’의 계기가 되었다고 볼 수 있다.

또한, 2012년 사사고(笹子) 터널 붕괴 사건은 선제적인 도로 유지 관리의 필요성을 확인해 주었으며, 이에 따라 2015년부터 고속도로 리뉴얼 프로젝트가 본격적으로 착수되었다. 이 프로젝트로 NEXCO 3사 등 6개 사(社)가 추진한 사업의 계약 금액은 2024년 기준으로 약 5.6조 엔(한화 약 46.5조 원)에 달하며, 리뉴얼에 대한 지속적인 수요로 인해 신규 사업이 추가될 계획이다.

일본의 고속도로 관리회사는 리뉴얼 프로젝트의 계획 및 추진 과정에서 전문가 협의체의 협조를 받아 사업의 선정 기준, 실시 시기 및 주요 대책을 마련하는 등 유지관리 체계를 전반적으로 개선했다.

일본 정부도 민간 관리 회사에서 추진하는 리뉴얼 프로젝트를 지원하기 위해 「도로법」을 개정하여 도로시설 점검 기준을 강화하고, 「도로정비특별조치법」을 개정하여 고속도로 요금 징수기간을 연장하는 방식으로 사업 추진을 위한 자원 확보의 근거를 마련해 주었다.

주목할 점은 고속도로 리뉴얼 프로젝트가 사회에 미치는 부정적인 영향을 최소화하는 것을 지향한다는 것이다. 이를 목표로 고속도로 관리 회사는 관련 사업을 시행하는 동안 이용자들의 불편을 최소화하기 위해 공사기간을 단축하고, 교통 우회를 줄이는 방식을 적용하고자 하였다. 예를 들면, 공사 구간에 도로 Zipper 시스템을 활용하여 방호 시설의 설치 및 철거에 수반되는 기간을 단축하거나, 프리캐스트 콘크리트 공법을 활용하여 교량 상판을 시공함으로써 공사 기간을 줄이는 방식이다.

〈그림 1〉 도로 리뉴얼의 비용 절감 및 공사 기간 단축을 위한 공사 방식의 예



출처: 中・西日本高速道路株式会社. 2024. 中・西日本高速道路の更新計画について(案)

국내에서도 한국도로공사가 노후 고속도로에 대한 “대규모, 장구간, 선제적 보수”를 통해 고속도로 리모델링을 추진하는 ‘새-로(路) 프로젝트’를 착수하여, 2025년부터 본격적으로 사업을 확대할 계획이다. 이를 위해 교통량, 공용 연수, 시설물 상태 등의 정량적인 자료를 기반으로 리모델링 대상을 선정하고, 예산 여건 등을 고려하여 중장기 투자계획이 마련될 예정이다. 이 프로젝트는 일본의 ‘리뉴얼 프로젝트’와 유사하게 고속도로의 장기 보전과 기능 개선을 목적으로 하고 있지만, 구간 단위(예: JCT-JCT)로 우선순위를 산정하여 고속도로 네트워크 차원에서 사업을 확대해 나간다는 점에서 차별성을 갖는다. 또한, ‘새-로(路) 프로젝트’는 고속도로의 시설물 공종별로 수명이 상이하다는 점을 고려하여 ‘포장 리모델링’, ‘구조물 리모델링’, ‘통합형 리모델링’으로 사업 유형을 구분하여 추진될 예정이다.

2. 도로 유지관리의 디지털 전환

‘디지털 전환’은 민간 기업이 첨단화된 디지털 기술 환경에 적응하기 위해 조직의 업무 프로세스를 기존과 다르게 변모시키는 것을 지칭하는 용어로 주로 사용된다. 또한, 공공 부문에서도 ‘디지털 정부’ 등의 용어가 사용되고 있으며, 최근에는 도로 유지관리에서도 디지털 전환 개념이 적용되고 있다. 이런 맥락에서 디지털 기술을 활용하여 도로 유지관리 업무를 개선하는 것을 총칭하여 ‘도로 유지관리의 디지털 전환’이라고 규정할 수 있으며, 그 주요 특징으로 ‘무인화·자동화’, ‘시각화’, ‘빅데이터 기반의 플랫폼화’를 들 수 있다.

특히, ‘무인화·자동화’는 도로 시설물의 상태에 대한 점검·평가 업무에서 로봇, 드론 등이 적용되는 것에서 확인할 수 있다. 기존에 육안으로 확인하기

〈그림 2〉 AI 탑재 드론을 활용한 노후 터널의 안전성 점검



출처: 한국건설기술연구원 보도자료, 2025년 1월 15일.

힘든 교량의 취약 지점을 이동 로봇 등을 활용하여 점검하거나, AI를 이용하여 구조물의 손상을 검지하는 사례가 이에 해당한다.

한편, 디지털 기술을 이용하여 시설의 기하구조나 기능을 실물 정보를 토대로 ‘시각화’하는 방식은 BIM(Building Information Modeling) 등의 디지털 트윈(Digital Twin) 기술을 통해 구현된다. BIM은 “시설물의 물리적 및 기능적 특성을 디지털로 재현하는 것을 말하며, 해당 시설물의 생애 주기 동안 요구되는 의사결정을 위해 신뢰성 있는 근거로 활용될 수 있도록 공유되는 지식 자원(knowledge resource)”으로 정의된 바 있다(Davis, 2007). 이 정의를 따른다면, BIM은 도로의 계획, 설계, 건설, 유지 관리 등 시설물의 생애 주기에 걸쳐 요구되는 관련 정보를 시각화하기 위한 핵심적인 도구로 활용될 수 있다. 현재까지는 BIM이 국내에서 주로 고속도로의 설계 단계에서 많이 활용되고 있지만, 향후 유지 관리 단계에서도 포장 상태 점검과 같은 업무의 효율성을 향상시키기 위해 활성화될 필요가 있다.

〈그림 3〉 포장 상태의 가상 점검을 위한 BIM 적용 사례



출처: Bosurgi 외, 2024.

도로에 관한 정보시스템을 ‘빅데이터 기반의 플랫폼’ 형태로 운영하는 것도 도로 유지관리의 디지털 전환에서 중요한 특징이다. 클라우드 컴퓨팅 기술의 발달로 고성능 센서 등을 통해 수집된 빅데이터를 실시간으로 업데이트할 수 있는 환경이 가능해졌다. 예를 들면, 한국도로공사는 ‘도로통합플랫폼’을 구축하였으며, 이 플랫폼에는 포장, 구조물 등의 현황 및 유지 관리와 관련된 정보 시스템이 포함되어 있다.

도로 유지관리의 디지털 전환 사례를 살펴보면, ‘무인화·자동화’, ‘시각화’, ‘빅데이터 기반의 플랫폼화’의 특징이 통합적으로 나타나는 경우가 빈번하다. 예를 들면, ‘AI를 활용한 도로 유지관리 의사결정 시스템’의 경우, AI라는 자동화 기술뿐만 아니라 빅데이터 플랫폼에 기반하여 운용되는 것이 효과적이며, 도로 관리자나 정책 의사결정자의 이해를 돕거나 업무를 지원하기 위해 도로의 유지관리 상태, 보수이력 현황 등을 디지털 매체를 통해 시각화하여 재현할 필요가 있기 때문이다.

〈표 1〉 도로통합플랫폼의 유지관리 관련 정보시스템 및 주요 기능 (일부 발췌)

정보시스템명	주요 기능	
포장	포장현황	포장형태, 재료, 연약지반 등 현황
	조사현황	포장상태조사보고서, 본선·IC·JC별 조사현황 등
	보수개량	포장보수현황, 포트홀 관리 등
	의사결정지원	중장기투자계획, 사업우선순위관리, 포장노후예측모델 등
	포장파손자동탐지	탐지결과 통계, 전자지도 표출, 응력완화줄눈 탐지 등
	기타기능	통계분석, 기술정보공유 등
구조물	구조물 현황	교량·암거터널·교면포장 등 현황
	점검/진단	점검/진단계획, 결과, 통계 등
	보수/보강	보수/보강계획, 실적, 통계 등
	FMS연계	시설물현황·점검계획·점검진단·보수계획·보수진단 FMS전송
	기타기능	IoT 모니터링, 영상분석 등

출처: 한국도로공사, 2024.

3. 맺음말

리뉴얼과 디지털 전환이 도로 유지관리의 ‘주류(Main)’ 패러다임으로 자리매김하여 사회적 편익을 증대하기 위해서는 공공과 민간 부문을 불문하고 지속적인 투자와 노력이 요구된다.

특히, 공공 또는 민간의 도로관리기관에서는 통상적인 수준을 넘어서는 디지털 기반의 유지관리 업무를 효율적으로 처리하기 위해 조직 체계를 바꾸거나 전문 인력을 확충해야 할 것이다. 또한, 도로 유지관리 분야의 민간 업체는 이러한 패러다임 변화에 부응하여 새로운 공법 및 기술을 도입해야만 경쟁에서 도태되지 않을 수 있다. 무엇보다도, 국토교통부 등 중앙정부의 관련 부처는 도로 관리기관과 산업계의 요구 사항 및 여건을 고려하여 지원 정책을 추진하거나, 관련 제도를 개선 또는 신설

하여 도로 유지관리에 대한 패러다임 변화를 선도할 필요가 있다. 

참고 문헌

1. 기반시설관리시스템 홈페이지.
<https://www.inframanager.go.kr/> (검색일 2024년 8월 15일)
2. 한국건설기술연구원 보도자료.
“사람 대신 AI 드론이 노후 터널 안전 지킨다.” 2025년 1월 15일
3. 한국도로공사, 2024. 노후 고속도로 새-로(路) 프로젝트 관리계획 수립(1차)
4. 한국도로공사, 2024. 도로통합플랫폼 관련 내부자료
5. 中·西日本高速道路株式会社, 2024. 中·西日本高速道路の更新計画について(案)
6. Bosurgi G, Pellegrino O, Ruggeri A, Rustica N, Sollazzo G. Customized Approaches for Introducing Road Maintenance Management in I-BIM Environments. Sustainability. 2024; 16(15):6530.
7. Davis, 2007. National Building Information Model Standard NBIMS

도로포장 통합유지관리를 위한 조사장비 및 디지털기반 정보시스템

김현욱 | (주)아이리스테크놀로지 전무



1. 서론

도시화가 진행되면서 도로포장과 관련된 인프라의 노후화가 심각한 문제로 부각되고 있다. 현재 우리나라 도로의 약 15%는 건설된 지 30년 이상 경과한 낙후된 상태이며, 이는 향후 더욱 증가할 전망이다. 특히 1970년대 경제개발계획을 통해 집중적으로 건설된 도로들이 내구연한을 초과하면서 노후화 현상이 가속화되고 있다.

도로포장의 파손 원인은 교통환경, 기후환경, 관리부족 등 다양한 요인에서 비롯된다. 이로 인해 도로상태가 악화되어 교통사고 위험도 높아지고 있다. 그러나 현재 도로관리 체계는 주로 표면적인 보수에 집중된 탓에, 근본적인 구조개선이나 장기적 관리 전략은 부족한 실정이다. 앞으로 도로포장의 안전을 확보하고 성능을 유지하기 위해서는 구조적인 대응과 함께 지속가능한 디지털 기반의 유지관리 체계 구축이 절실히 요구된다. 서울시는 도로 파손의 주요 원인으로 교통량 증가를 지목하고 있다. 실제로 국내 교통량은 2011년 대비 2020년 약 10% 증가했으며, 매년 6만 대 이상의 차량이 증가하고 있다.

기후환경 또한 도로 파손에 영향을 미치는 중요한 요인이다. 2010년부터 2014년까지 5년간 시내에서 발생한 도로 파손 건수는 하루 평균 168건, 연간 약 5만 258건으로 집계되었다. 이는 지속적인 유지보수가 필요함을 보여준다.

그러나 현재 도로관리 방식은 도로 파손의 근본적인 원인을 분석하고 해결하기보다는 표층 보수에 집중된 상태이다. 이러한 방식으로는 도로의 장기적인 성능 유지가 어렵기 때문에 보다 체계적인 관리 방안이 필요하다. 본 기술기사는 도로포장 유지관리의 문제점을 분석하고, 이를 해결하기 위한 최신 조사장비 및 디지털

기반 정보시스템과 관련된 국토교통부의 기획 연구 내용을 소개하고자 한다.

2. 도로포장 유지관리 현황과 문제점

국내 도로의 노후화 문제는 도로포장 연령이 높아지면서 점점 심각해지고 있다. 현재 전체 도로 중 약 15%가 건설 후 30년 이상 경과된 상태이며, 향후 10년 내 46%, 20년 후에는 87%까지 증가할 것으로 예상된다. 이러한 노후화는 포트홀과 같은 도로 파손 문제의 주요 원인이 된다.

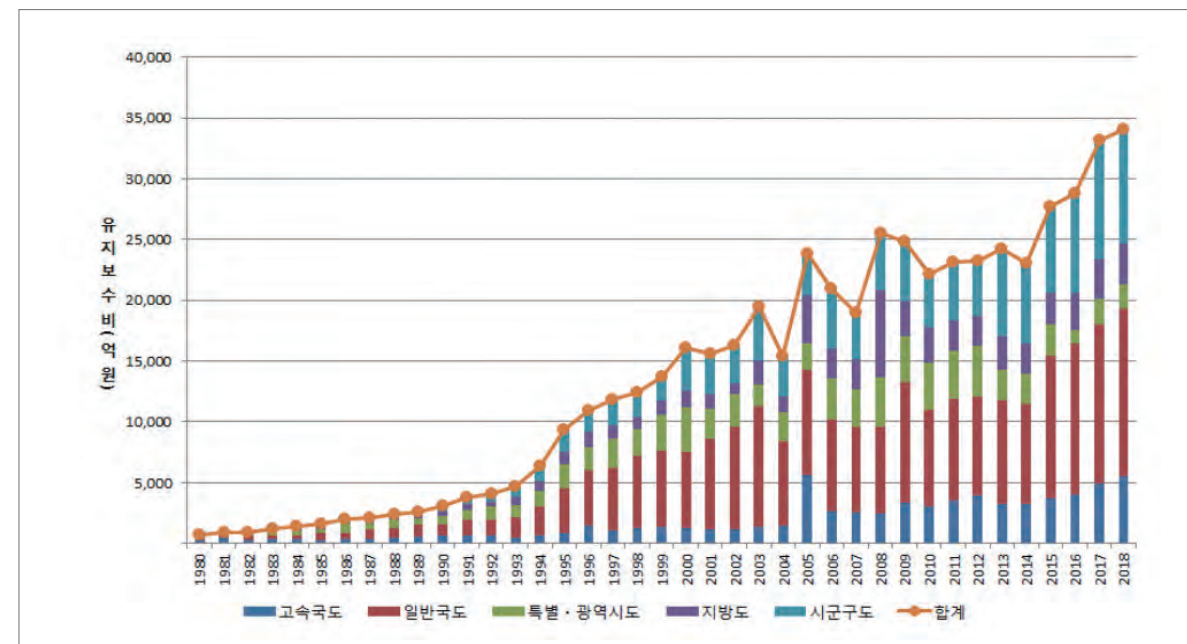
도로 유지관리에서도 여러 문제가 드러나고 있다. 도로 유지관리가 표면적 보수 위주로 진행되어 근본적인 구조개선이 부족하고, 도로포장 상태를 평가하는 국가적

표준이나 평가 방법론이 일관되지 않아 관리 수준이 제각각이다. 특히 지방도, 시도, 군도 등은 관리 시스템조차 제대로 갖추어지지 않아 도로관리가 체계적으로 이루어지지 못하고 있다.

또한 도로의 상태를 표면뿐 아니라 내부까지 정확히 진단할 수 있는 다목적 조사장비가 부족한 실정이다. 인프라 진단에 대한 인식이 높아지며 조사장비 수요는 늘고 있지만, 신뢰성 있는 유지관리를 위한 표준화된 데이터 분석체계가 마련되지 않아 도로 유지보수 효율성과 신뢰성이 떨어지고 있다.

이에 따라 국가적으로 표준화된 평가체계와 통합관리 시스템 구축이 시급하며, 다목적 조사장비의 확보와 유지관리 예산 확대가 필요하다.

[그림 1] 도로 유형별 유지보수비 추이



출처: 국토교통부(2022), 국토교통 통계누리

3. 해외 도로포장 유지관리 첨단 조사장비 적용 사례

해외에서는 도로 유지관리를 보다 효율적으로 수행하기 위해 다양한 첨단 기술을 적극적으로 도입하고 있다. 미국, 영국, 독일, 핀란드, 호주, 일본, 덴마크 등 여러 국가에서는 도로포장의 성능 평가와 유지보수를 체계적으로 관리하기 위해 유지관리 표준화, 첨단 장비 도입, 통합 조사체계 구축에 집중하고 있다. 이를 통해 도로의 상태를 정확히 진단하고, 효율적인 유지보수 체계를 마련하여 도로의 수명을 연장하고 관리의 신뢰성을 높이고 있다.

3.1 미국

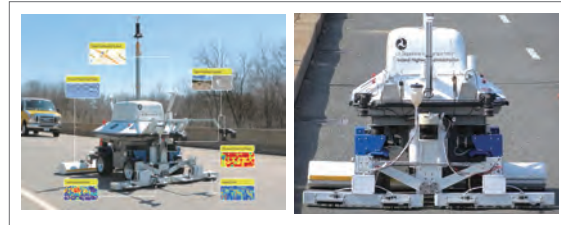
미국에서는 RDD(Rolling Dynamic Deflectometer)와 GPR(Ground Penetrating Radar)을 결합한 장비를 활용해 도로포장의 지지력을 평가하고 있다. 이를 통해 도로의 구조적 성능을 정확하게 진단하고, 유지보수의 효율성을 높이고 있다. 특히, 아이다호주 교통부에서는 기존의 FWD(낙하 중량식 변형 측정 장비) 테스트가 시간이 오래 걸리고 교통 통제가 필요해 적용이 제한적이라고 판단했다. 이에 따라 차량 이동형 장비인 TSD(트레일러형 처짐 측정장비)와 GPR(지표투과레이더)을 결합한 방식으로 도로포장 상태를 평가하고 있다. 또한 무인 비파괴 검사로봇(RABIT)을 활용해 도로와 교량 상태를 신속하게 분석함으로써 유지관리 시간을 단축하고 보다 체계적인 관리가 가능하도록 하고 있다.

[그림 2] 아이다호주의 TSD 장비(좌), 아이다호주의 FWD 장비(우)



출처: 아이다호 교통부 NRR Conference(2017)

[그림 3] 무인 비파괴 검사로봇 RABIT



출처: 미국 교통부 홈페이지 및 Rutgers 공식 홈페이지

3.2 영국

영국의 Roads Liaison Group은 도로 유지관리의 표준화를 시행하며, 보다 효율적인 관리 체계를 구축하고 있다. 또한 Fugro사와 협력하여 트레일러 장착식 도로 변형 측정 장비(TSD)를 개발해 도로의 성능을 정밀하게 평가하고 있다. 이를 통해 도로의 변형 상태를 실시간으로 측정하고, 유지보수 계획을 더욱 체계적으로 수립할 수 있도록 지원하고 있다.

[그림 4] The United Kingdom's Highways Agency의 TSD 장비



출처: 영국 고속도로청 홈페이지(2015), The UK Highways Agency engages Fugro for Doppler laser surveying

3.3 독일

독일은 차량 운행을 통해 도로 상태를 5단계로 평가하는 시스템을 구축하여 체계적인 도로 유지관리를 실시하고 있다. 또한 레이저 스캐너와 영상 촬영 기술을 활용해 도로 상태를 정밀하게 분석하고 있으며, 이를 통해 도로의 손상 정도를 효율적으로 평가하고 있다.

[그림 5] 차량 운행을 통한 데이터 수집(좌), 도로상태평가 등급(우)

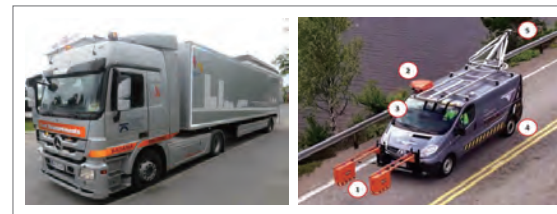


출처: 국회입법조사처(2019), 독일 연방교통인프라계획

3.4 핀란드

핀란드는 TSD(트레일러 장착식 도로변형 측정 장비), GPR(지표투과레이더), 로드스캐너의 데이터를 결합한 다용도 데이터 수집 시스템을 운영하고 있다. 이 시스템은 대량의 데이터를 쉽고 저렴하며 안전하게 수집할 수 있는 것이 장점이다. 특히 TSD를 활용하면 교통량이 많은 도로에서도 안전하게 데이터를 확보할 수 있으며, 최신 데이터 수집 기법과 공동 분석을 조합해 복잡한 도로 상태 진단이 가능하다는 장점이 있다.

[그림 6] 핀란드에서 사용한 폴란드의 TSD장비(좌), GPR과 로드스캐너를 결합한 장비(우)



출처: 국제 심포지엄 NDT-CE(2015), Experiences with Integrated Analysis of TSD, GPR and Laser Scanner Data

3.5 호주

호주의 Australian Road Research Board(ARRB)는 TSD(트레일러 장착식 도로변형 측정 장비)와 FWD(낙하 중량식 변형 측정 장비)를 비교 분석하며, TSD의 실용성을 높이기 위해 지속적인 현장 테스트를 수행해

왔다. 또한 노이즈 변조 지표투과레이더(NM-GPR, Noise-Modulated Ground Penetrating Radar)와 TSD를 결합해 상호 보완적인 기술을 발전시키며, 결합 기술의 가능성을 강조하고 있다.

ARRB사의 2세대 TSD 장비는 4개의 도플러 레이더, 5개의 고속 카메라, 자동 균열 감지 시스템, 도로 이미징 및 레이저 프로파일링 기능을 갖추고 있다. 또한 TSD, FWD 및 NM-GPR 측정 데이터를 시각적으로 비교할 수 있는 지리 공간 디스플레이 시스템을 개발하여, 주 정부 시스템과 연계해 데이터를 자동으로 정렬 및 분석할 수 있도록 지원하고 있다.

[그림 7] ARRB사 2세대 TSD장비(좌), 3D NM-GPR 트레일러(우)



출처: 국제 심포지엄 NDT-CE(2015), A comparison of TSD, FWD and GPR field measurements

3.6 일본

일본은 도로 유지관리 업무를 담당하는 민간기업이 증가하는 가운데, 국토교통성을 중심으로 도로포장 유지관리 시스템을 체계적으로 운영하고 있다. 현재 국토교통성은 직할 국도의 포장 유지관리를 위해 점검-평가-계획-실시 단계로 구성된 체계를 적용하고 있다. 점검 단계에서는 민간기업이 보유한 노면 손상 측정차량을 활용해 휨, 차바퀴 패임, 평탄성 등의 노면 상태를 측정한다. 평가 단계에서는 수집된 데이터를 분석해 사전에 도로 열화를 진단하고, 계획 단계에서 이를 바탕으로 차년도 공사량과 예산을 산정한다. 최종적으로, 일본 전역에 분포한 8개의 지방정비국과 북해도

개발국, 오키나와 종합사무국에서 실제 유지관리 공사를 실시하고 있다.

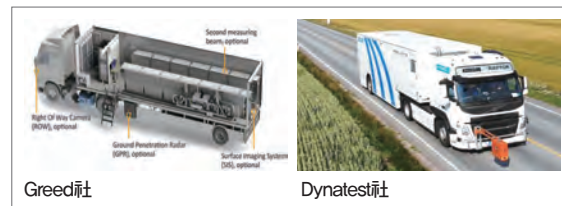
3.7 덴마크

덴마크 Greenwood社は 세계 최초로 도로포장의 동적 지지력 측정장비를 상용화했으며, 이를 기반으로 다양한 포장 상태 조사장치를 추가해 복합 조사장비를 개발했다. 이 장비는 도플러 레이저(250kHz)를 이용해 도로포장의 미세한 처짐을 동적으로 측정하며, 지표투과레이더(GPR), 포장 표면 상태 조사, 중단 평탄성 조사장비를 함께 탑재해 도로포장의 표면 및 하부 지지력을 동시에 분석할 수 있도록 설계되었다.

Dynatest社は 덴마크 기술대학(Technical University of Denmark)과 공동으로 2011년부터 동적 지지력 조사장비 개발을 시작해 2018년 시제품을 완성했다. 이 장비는 12개의 3차원 고속 변위 측정(4kHz) 레이저를 사용하여 동적 포장 표면 변위 및 지지력, 포장 조면 조직(MPD)을 동시에 측정할 수 있다. 또한 GPR을 추가하여 포장 하부 상태도 파악이 가능하다.

이처럼 다목적 센서를 탑재한 복합 조사장비는 현재 독일을 포함한 유럽 여러 국가, 호주, 미국, 남아프리카공화국 등에서 도로 유지관리 목적으로 활발히 활용되고 있다.

[그림 8] 도로포장 동적지지력 조사장비



출처: 한국건설관리학회(2019), 도로공사 유지관리 표준화 절차 개발을 위한 벤치마킹

4. 도로포장 통합유지관리를 위한 조사장비 및 디지털 기반 정보시스템

최근 도로포장 유지관리의 국제적인 흐름과 국내 수요에 맞춰 도로포장 통합 유지관리 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이 연구는 센서퓨전 기술을 활용한 데이터 취득을 기반으로 도로포장의 노후도를 측정하고, 구조적 성능을 평가하는 조사장비 및 디지털 유지관리 정보 시스템을 개발하는 것을 목표로 한다.

노후도는 도로의 균열 상태와 열화도를 종합적으로 나타내는 지표로, 이를 활용하면 도로포장의 유지보수 시점을 보다 정밀하게 예측할 수 있다. 연구의 주요 내용은 다음과 같다.

(중점 1) 도로포장 유지관리 조사·분석 및 인증 체계를 갖춘 통합 플랫폼 개발

(중점 2) 도로등급별 전수조사가 가능한 다목적 통합장비 및 노후도 평가기법 개발

(중점 3) 도로포장 공용성 향상을 위한 유지보수 의사결정 최적화

이 연구는 도로의 안전성과 내구성을 강화하고, 유지관리의 효율성을 높이기 위한 체계적인 접근법을 제시하고 있다.

4.1 도로포장 유지관리 조사·분석 및 인증 체계 기반 통합 플랫폼 개발 분야

도로포장의 체계적인 유지관리를 위해 포장 조사 및 분석 방법을 표준화하는 연구가 진행되고 있다. 이 연구는 도로포장 유지관리체계 지원과 유지관리 데이터베이스(D/B) 시스템 표준화를 목표로 하며, 보다 효율적인 유지보수 전략을 수립하는 데 초점을 맞추고 있다.

[그림 9] 도로포장 통합유지관리 개념도



출처: 국토교통과학기술진흥원(2023), 도로포장 통합유지관리를 위한 조사장비 및 디지털 기반 정보시스템 개발

4.1.1 포장 상태 조사 및 분석 방법 표준화

도로포장의 상태를 객관적으로 평가할 수 있도록 포장 조사 방법, 조사자료 분석 기준 및 유지관리 D/B 시스템을 표준화한다. 고속국도, 일반국도, 지방도 등 도로 등급과 관리 주체별 차별화된 표준 항목을 설정하여 맞춤형 유지관리 체계를 지원한다.

4.1.2 지속가능한 기반시설 관리기본법 제정에 따른 유지관리 체계 도입

도로연장이 지속적으로 증가하면서 기존 공공기관 소유의 조사장비 및 분석 프로그램만으로는 도로 유지관리 수요를 충족하기 어려운 상황이다. 이에 따라 민간기업이 도로포장 상태 조사 및 분석에 참여할 수 있도록,

객관적인 평가가 가능한 조사장비 및 분석 프로그램에 대한 인증 시스템을 마련하는 연구가 진행되고 있다. 이 연구는 체계적인 준비과정을 거쳐 2025년 법정계획인 도로건설관리계획에 포함될 예정이며, 향후 도로포장 유지관리의 신뢰성과 효율성을 높이는 데 기여할 것으로 기대된다.

4.2 기반시설의 효율적 관리를 위한 도로등급별 전수조사 실시 가능한 다목적 통합장비 및 노후도 평가기법 개발 분야
도로 서비스 수준을 향상시키고, 도로 운영 주체별 유지관리 목적에 적합한 다목적 통합장비 및 데이터 기반 유지관리 기술이 개발되고 있다. 이 연구는 도로망 전체를 통합적인 데이터 체계로 유지관리할 수 있도록 요소 기술을 개발하는 것을 목표로 한다.

4.2.1 센서퓨전 기반의 고속 이동식 다목적 조사 기법 개발
도로등급별 성능 평가를 위해 고속 이동식 조사 장비를 활용하는 기술을 개발한다. 도로 이용자의 편리성과 안전성 관점에서, 교통통제 없이 도로포장의 기능, 안전 요소, 구조적 지지력을 동시 조사 및 자동 분석하는 기술을 적용하여 보다 정밀한 성능 평가가 가능하도록 한다.

4.2.2 도로포장 성능 평가 및 노후화 분석 체계 구축
기존에는 도로 관리 주체별로 도로포장 상태 평가지수만을 고려하는 방식이었으나, 앞으로는 도로 등급별 구조적 성능 저하, 표면균열, 소성변형, 평탄성 불량 및 노후화 원인을 종합적으로 분석하는 체계를 마련한다. 분석된 데이터를 바탕으로 도로 성능을 체계적으로 등급화하고, 데이터를 시각적으로 표출하는 기술을 개발하여 보다 효율적인 유지관리가 가능하도록 한다.

4.2.3 도로포장의 복합 성능평가 및 관리 기법 개발
도로의 노면 상태, 구조적 성능 및 노후도를 종합적으로 고려한 평가체계를 구축하고, 이를 기반으로 복합 성능 평가지수 체계를 개발한다. 다양한 도로 성능 데이터를 효율적으로 관리할 수 있도록 통합 관리 시스템을 구축하여 도로 유지보수의 신뢰성과 지속가능성을 높인다.

이 연구를 통해 도로 유지관리가 보다 과학적이고 체계적으로 이루어질 수 있으며, 데이터 기반의 유지관리 혁신을 통해 도로포장의 성능과 안전성이 크게 향상될 것으로 기대된다.

4.3 도로포장 공용성 증진을 위한 유지보수 의사결정 최적화 분야

도로포장의 성능을 정확하게 예측하고, 이를 바탕으로 최적의 유지보수 전략을 수립할 수 있는 의사결정 시스템 개발이 추진되고 있다. 이 연구는 외부환경 요인을 반영한 도로포장 성능 변화 예측 모델을 구축하고, 이를 기반으로 도로포장의 수명을 연장하는 유지보수 공법을 최적화하는 것을 목표로 한다.

4.3.1 외부환경 특성을 고려한 도로포장 성능 변화 및 예측 모델 개발

시간, 기후, 교통량 등 다양한 외부환경 요인을 반영해 도로포장의 공용수명을 예측하고, 성능 변화를 분석하는 모델을 개발한다. 기존에는 신설 도로포장을 중심으로 성능 모델이 개발되었으나, 앞으로는 아스팔트 덧씌우기(Overlay) 및 공법별 맞춤형 유지보수 특성을 고려한 공용 성능 예측 모델을 구현할 예정이다.

4.3.2 도로 하중 변화 및 환경 요인을 반영한 성능 예측 및 유지보수 최적화

기존 설계보다 교통량 증가 및 차량 대형화로 인해 도로 하부구조 지지력이 저하되는 문제가 발생하고 있으며, 이를 반영한 유지보수 전략이 필요하다. 폭우, 폭설 등 기후 환경 변화로 인한 도로함몰, 포트홀 증가 등 도로포장 파손 원인을 분석하고, 표층 위주의 기존 정비 방식에서 벗어나 보다 구조적인 유지관리 방식을 도입할 필요가 있다.

4.3.3 도로포장 공용수명 연장을 위한 최적의 의사결정 시스템 구축

기존의 노면 열화 중심의 의사결정 시스템에서 벗어나, 도로 하부구조 지지력을 보강하여 도로포장의 공용수명을 연장할 수 있는 최적의 유지보수 전략을 제시하는 시스템을 개발한다. 이를 통해 도로별 특성과 성능 변화 데이터를 활용하여 맞춤형 유지관리 방법을 제안하고, 장기적인 도로포장 성능 개선과 비용 절감을 실현할 계획이다.

이 연구를 통해 도로포장의 내구성과 안정성을 높이고, 유지보수 비용을 최적화하는 데이터 기반 유지관리 체계가 구축될 것으로 기대된다.

5. 결론 및 향후 과제

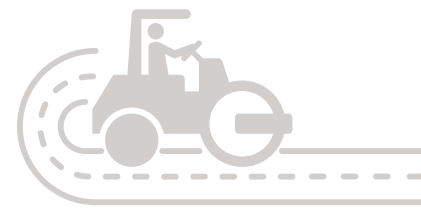
도로포장의 유지관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 최신 조사 장비와 디지털 기반 정보시스템의 도입이 필수적이다. 이를 위해 유지관리 기준을 국가적으로 표준화하고, 첨단 기술을 활용한 유지보수 최적화 시스템을 구축해야 한다.

또한, 해외 선진국들의 도로 유지관리 사례를 참고하여 지속적인 연구개발을 추진하고, 이를 국내 실정에

맞게 적용함으로써 보다 체계적이고 효율적인 유지보수 체계를 마련할 필요가 있다. 이를 통해 도로포장의 수명을 연장하고 유지보수 비용을 절감하는 동시에, 보다 안전하고 쾌적한 도로 환경을 조성할 수 있을 것이다.

최근 들어, 도로포장의 효율적 관리를 위해 첨단 장비와 디지털 기반 정보시스템 개발이 추진되고 있다. 인공지능(AI) 및 빅데이터를 활용한 의사결정 지원 기술을 통해 도로포장의 상태를 신속하고 정확하게 분석하여 유지보수 시점을 선제적으로 결정할 수 있다. 특히, 도로포장 상태평가를 표면적 관리에서 벗어나 입체적이고 통합적으로 수행할 수 있어 유지보수의 정확성과 신속성을 크게 높일 수 있을 것으로 기대된다. 이를 통해 아스팔트 포장의 지지력, 두께, 노면 상태 등 개별적 평가 항목을 종합적으로 관리하고, 유지보수의 효율성을 극대화할 수 있다.

아울러 디지털로 축적된 도로 유지관리 정보는 첨단 관리기술 확보의 핵심 기반이 되며, 국가적으로 통일된 관리 기준을 마련하여 선제적 유지관리를 지원하는 핵심기술로 자리 잡을 전망이다. 



비염화물계 동결 억제 도로포장

권기창 | (주)제일트레이딩 대표이사

장우성 | (주)제일트레이딩 상무이사

이수용 | (주)제일트레이딩 부장

1. 서론

동절기 도로 위의 눈이나 얼음의 효과적인 처리는 국가의 경제 및 공공안전을 위하여 필수적이다. 이러한 눈과 얼음을 제거하기 위해 제설제를 사용하고 있다. 현재 국내에서는 주로 염화물계 제설제인 염화칼슘(CaCl_2)과 염화나트륨(NaCl)을 사용하고 있다.¹⁾

행정안전부에 따르면, 2023년 겨울철(2022년 11월 ~ 2023년 3월) 동안 제설제 사용량이 약 73만 6천 톤으로, 이는 2020년 같은 기간 약 50만 톤에 비해 1.5배로 증가하였다고 밝혔다.²⁾ 그러나 동절기 노면 위의 얼음을 녹이기 위한 제설제의 사용이 증가하면, 도로 주변 식생, 하천 및 지하수 오염 등 환경 생태학적으로 큰 위협을 줄 뿐만 아니라, 차량의 기동도 떨어트릴 수 있다. 또한, Kim, et al.에 따르면, 환경인자 중 제설제 사용량이 콘크리트 공용수명 감소에 영향을 주는 것으로 나타났다.³⁾

최근에는 염화물과 입상 고무 등의 동결 억제제를 아스팔트 혼합물에 주입하는 등의 방법에 의한 동결 억제 기능을 부여한 동결 억제 포장에 에너지 절약, 자원 절약, 노동력 절약의 관점에서 주목받고 있다. 이와 같은 동결 억제 포장은 유럽 및 일본에서는 약 30~40년 전부터 실시되어 왔고 또한, 동결 억제 포장 공법도 수많은 종류가 개발되어 실용화되고 있지만, 우리나라에서는 여전히 살포로 쌓인 눈을 제거하는 방법이 일반화되고 있다.^{4) 5)}

- 1) Lee, Byung-Duck, et al. "Evaluation of the deicing performance and concrete structure effect with various deicing chemicals." International Journal of Highway Engineering 7.4 (2005): 113-123.
- 2) 이상기후에 자주 '눈 평평'...제설제 사용량 벌써 50만톤 넘어. 동아일보(2024). <https://www.donga.com/news/Society/article/all/20240127/123254785/1>
- 3) Kim, Chan-Woo, et al. "A study to analyze service life of expressway pavement according to traffic volumes and de-icing chemicals." International Journal of Highway Engineering 17.1 (2015): 35-41.
- 4) Nam, Jeong-Du, Ji-Hyeong Yu, and Seung-Won Lee. "동결억제포장의 기술적 특성 (I)." 한국도로학회지: 도로 5.4 (2003): 66-74.
- 5) Nam, Jeong-Du, Ji-Hyeong Yu, and Seung-Won Lee. "동결억제포장의 기술적 특성 (II)." 한국도로학회지: 도로 6.1 (2004): 32-42.

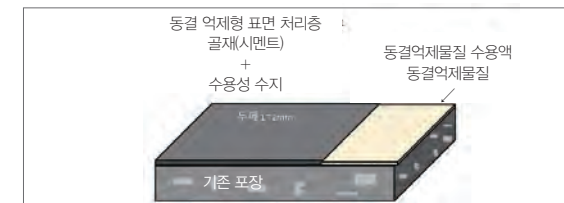
2. 재료 소개 및 시공 방법

2.1 표면 처리형 동결 억제 포장 재료 및 소개

본 연구에서 사용된 프리즈 오프 코트(FREEZE OFF COAT) 시공 시스템의 주요 재료는 다음과 같다. 동결 억제를 위한 표면 처리 혼합물은 고화재, 골재, 유기산의 금속염 화합물, 및 중합체 에멀션(Polymer emulsion)을 포함한다. 이 중 유기산의 금속염 화합물은 결빙 억제의 주요 역할을 하며, 특히 금속염은 도로 표면의 어는점 강하에 기여한다. 중합체 에멀션은 결빙 억제 물질을 도로 표면에 고르게 분포시키고, 안정적인 코팅막을 형성해 지속적인 효과를 유지한다. 고화재는 시공 후 표면 강도를 확보하는 데 필수적인 요소로, 사용된 시멘트는 초속경 포틀랜드 시멘트이다. 골재는 주로 결빙이 작은 실리카 샌드가 사용되었으며, 이는 코팅의 균일성과 접착력을 높이는 데 역할을 한다.

또한, 프리즈 오프 코트는 얇은 막 형성층을 통해 결빙 억제 기능을 수행한다. 표면 처리층은 두께 약 1~2mm로, 기존 도로 구조에 큰 영향을 미치지 않으며, 다양한 온도 및 환경 조건에서도 우수한 내구성을 보인다. 기존 포장 표면에 동결 억제제 수용액을 살포하여 수지 모르타르를 도포하는 방법으로 표면 처리형의 화학계 동결 억제 포장이다[그림 1]. 시공 후 동결 억제제가 침지하여 노면의 동결을 억제하게 된다. 이러한 '표면 처리형 동결 억제 포장'은 기존 도로 표면을 철거하지 않고도 동결 억제 효과를 부여할 수 있는 효과적인 공법이며, 기존 노면 위에 동결 억제제 수용액을 살포한 후, 수지 모르타르를 도포한 후 마무리하는 간단한 시공 방법을 제공한다. 이를 통해 기존 노면을 활용하면서 신속한 시공이 가능하며, 별도의 대규모 철거 과정이 필요하지 않다.

[그림 1] 표면 처리형 동결 억제 포장

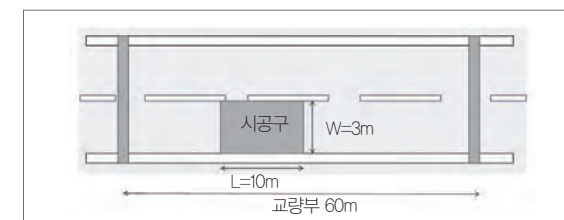


2.2 시공 자료

노면 온도 -5°C 까지 동결 억제 효과를 발휘할 수 있으며, 표면 처리 공법이기에 저렴한 비용으로 시공할 수 있다. 또한, 동결 억제 효과와 함께 겨울철 노면 관리로 살포한 제설제가 노면에 머무르는 효과를 갖는다. 상온 시공으로 인해 작업자가 화상을 입지 않고, 여름철 시공 시 열사병 위험을 줄일 수 있으며, 비염화물계 동결 억제제를 사용하여 금속 부식성이 낮으며 염해 우려가 없다. 작업환경 및 주변환경의 피해를 줄일 수 있는 특징을 갖고 있다. 또한, 기존 염화물 기반 기술 대비 약 15%의 비용 절감 효과를 보인다.

시공 장소는 일본 미야기현 리후초(교량부)에서 진행하였으며, 시공일은 2022년 12월 5일이다. 시험 시공 규모는 길이 10m, 폭 3m로 진행하였다[그림 2, 3].

[그림 2] 시험 시공 개요



- ① 교통 규제 개방
- ② 공사 준비(포장 상태, 재료 준비)
- ③ 수용액 분산
- ④ 적용 종료(도로 건조, 경도 결정, 미끄럼 측정)
- ⑤ 교통 개방

[그림 3] 현장 공법 적용



3. 시험 방법 소개

3.1 공시체 형성 과정

프리즈 오프 코트 공시체는 유기산의 금속염 화합물로써 포름산 나트륨, 중합체 에멀션으로서 아크릴산에스테르 중합체의 에멀션, 고화제인 초속경 시멘트, 세골재로 이용되는 실리카 샌드를 혼합하여 제작하였다. 이 혼합물을 -5°C 환경에서 밀입도 아스팔트 혼합물(13) 공시체 표면에 약 1mm 두께로 도포한 후 실온에서 2시간 방치하여 형성하였다.

비교예 1의 공시체는 밀입도 아스팔트 혼합물(13)의 필러분을 염화나트륨으로 치환하여 제작하였다. 이 혼합물을 동일한 다짐 온도에서 거푸집에 투입하고 양면 50회 다짐 후, 온도 20°C , 습도 60% 조건에서 7일간 양생하여 공시체를 완성하였다.

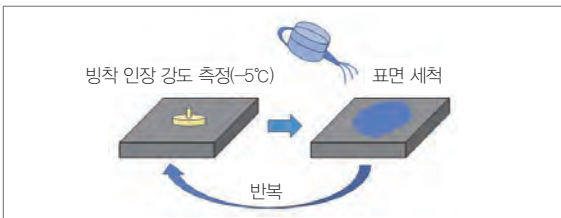
3.2 실내 빙착 인장 강도 시험

동결 억제 효과를 실험적으로 검증하기 위해 빙착 인장 강도 시험을 시행하였다. 이 시험은 “포장 조사 및 시험법 C049” 기준에 따라 진행되었으며, 프리즈 오프 코트 공시체, 비교예 1의 공시체, 그리고 밀입도 아스팔트 혼합물(13)의 공시체를 사용하여 실내 환경에서 동결 억제 효과를 평가하였다.

시험은 다음과 같은 절차로 진행되었다. 시험 온도

를 -5°C 로 설정한 후, 각 공시체의 표면에 얇은 얼음막을 형성하였다. 이후, 부직포를 부착한 측정 지그(Measurement jig)를 준비하여 부직포를 물로 포화시킨 다음 공시체 표면에 설치하였다. 공시체와 부직포가 안정적으로 접촉되도록 접지압 4kPa이 가해진 상태로, -5°C 의 환경에서 4시간 동안 양생을 진행하였다. 양생이 완료된 후, 측정 지그 위에 고무판을 설치하고, 그 위에서 420g의 강구를 25cm 높이에서 10회 낙하시켜 충격을 가하였다. 이후, 측정 지그를 공시체에서 떼어내는 과정에서 발생한 최대 하중을 측정하였다. 이를 통해 인장 강도를 계산하였으며, 강도가 낮을수록 동결 억제 효과가 뛰어난 것으로 판단하였다[그림 4].

[그림 4] 동결 억제 효과의 실험 방법



3.3 금속 부식성 시험

본 시험은 프리즈 오프 코트 및 비교예 1의 공시체가 금속 표면의 부식에 미치는 영향을 평가하기 위해 수행되었다. 프리즈 오프 코트는 유기산 금속염 화합물로서 포름산 나트륨 3g을 증류수 100mL에 용해하여 프리즈 오프 코트 수용액을 조제하였다.

비교예 1에서는 염화나트륨 3g을 증류수 100mL 용해하여 비교예 1의 수용액을 조제하였다. 추가적으로 아무 첨가물이 없는 증류수는 대조군으로 설정되었다.

시험은 아연 도금이 제거된 철판을 각 수용액에 24시

간 침지시킨 후, 취출하여 실온에서 24시간 방치하는 과정을 포함하였다. 이러한 침지 및 방치 과정을 4회 반복한 뒤, 네 번째 침지 과정이 끝난 철판에서 녹을 완전히 제거하고 중량을 측정하였다. 시험 전 철판의 중량과 시험 후 철판의 중량 차이를 부식 감소량으로 정의하고, 이를 통해 각 수용액의 금속 부식 억제 효과를 평가하였다. 부식 감소량이 적을수록 부식 억제 효과가 우수한 것으로 간주하였다.

3.4 고무호스 라벨링 시험을 통한 미끄럼 저항 평가

본 연구에서는 고무호스 라벨링 시험을 통해 미끄럼 저항성을 평가하였다. 시험 대상은 프리즈 오프 코트 공시체, 비교예 1의 공시체, 그리고 밀입도 아스팔트 혼합물(13) 공시체로 구성되었으며, 밀입도 아스팔트 혼합물(13)의 공시체는 염화나트륨을 함유하지 않은 별도의 공시체로 준비하였다.

시험은 각 공시체를 -5°C 의 온도로 유지한 환경에서 수행되었다. 각 공시체의 표면(10cm x 30cm 범위)에 얇은 얼음 막을 형성한 후, 라벨링 시험기(“NKA-121”, 닉켄 주식회사)를 사용하여 미끄럼 저항(BPN, British Pendulum Number)을 경시적으로 측정하였다. 라벨링 시험기의 체인 부분에는 고무호스가 장착되어 있으며, 이를 이용해 공시체 표면에서의 마찰 저항을 측정하였다. 시험 시간은 60분으로 설정하였으며, 경과 시간에 따른 BPN 값을 기록하였다.

추가적으로, 시험은 공시체의 수중 양생 처리가 미끄럼 저항에 미치는 영향을 분석하기 위해 세 가지 조건에서 수행되었다. 첫 번째로는 수중 양생 처리를 하지 않은 공시체를 사용하였고, 두 번째는 20°C 의 항온조에서 24시간 수중 양생 처리를 1회 수행한 공시체를 사용하였다. 세 번째로는 동일한 환경에서 수중 양생

처리를 2회 수행한 공시체를 사용하였다. 각 시험 조건에서는 얼음 막 형성 전 공시체의 미끄럼 저항 값도 비교를 위해 측정하였다.

4. 결과

4.1 추적 조사 결과

시공 후 약 2주가 지난 시점에, 전날 눈이 내려 약 2cm 적설량이 기록되었다. 오전에는 차량 통행량이 증가하면서 노면에 얇은 압설 상태가 형성되었다. 그러나 시험 시공 구간에서는 차량 주행이 이루어진 부분의 노면 노출률이 높아진 것을 확인하였다. 이후 약 3개월 후 다시 조사한 결과, 마찬가지로 높은 노면 노출률을 확인할 수 있었다<표 1>, [그림 5, 6].

<표 1> 추적 조사 결과

조사일 (Y, M, D)	시간 (시)	기온 ($^{\circ}\text{C}$)	주변의 노면 상태	동결 억제 효과
22. 12. 11	14	2		-
22. 12. 15	7	-2	소금 염화칼슘 살포 있음, 동결 없음	-
22. 12. 19	6	2	노면의 얇은 압설	◎
22. 12. 25	9	-	5cm 정도의 적설	-
22. 12. 26	9	-	노면 압설	-
23. 02. 09	11	-	건조	-
23. 02. 10	13	-3	노면 압설	-
23. 02. 14	7	-1	노면의 얇은 압설	◎
23. 02. 21	7	-1	노면의 얇은 압설	◎
23. 02. 21	14	15	눈에 띄는 박리나 마모는 없음	-

[그림 5] 늦겨울 노면 노출 상태



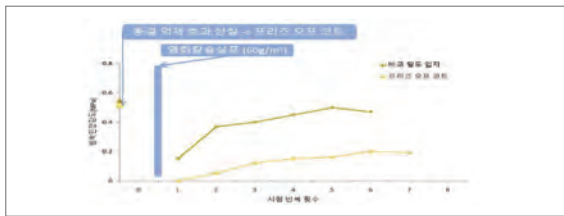
[그림 6] 시공 도로 노출 상태



4.2 제설제 살포 효과의 지속성 개선

프리즈 오프 코트의 동결 억제제가 소모되어 동결 억제 효과가 줄어들더라도, 제설제를 살포하면 모르타르에 제설제가 흡수된다. 이로 인해 밀입 노면에 비해 제설제의 효과가 더 오래 지속되는 것으로 확인된다[그림 7].

[그림 7] 제설제 살포 효과의 지속성 개선

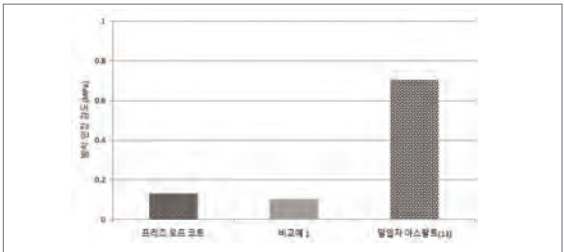


4.3 빙착 인장 강도 시험 결과

빙착 인장 강도 시험 결과를 [그림 8]에 나타냈다. 빙착 인장 강도가 낮을수록 노면에서 빙막(얼음막)이 더 쉽게 분리됨을 의미한다. 프리즈 오프 코트의 빙착 인장 강도는 0.1MPa로 밀입도 아스팔트 혼합물(13)의 빙착 인장 강도 0.7MPa보다

훨씬 낮은 수치를 기록하였으며, 비교예 1의 공시체와 동일한 정도로 나타났다. 또한, 염화칼슘 기반 동결 억제제와 비교했을 때, 비염화물 기반 조성물은 유사한 빙착 감소 효과를 보이면서도 금속 부식성 및 환경 피해를 크게 줄였다. 동결 방지 모르타르와 기존 포장 사이의 접착 강도는 인장 속도 1mm/min, 온도 20℃ 조건에서 0.6MPa로 나타났다.

[그림 8] 동결 억제 효과의 실내 실험 결과 그래프



4.4 금속 부식성 시험 결과

시험 결과는 <표 2>에 나타냈으며, 이는 각 수용액에 따른 부식 감소량(mdd, Milligrams perdecimeter squared)을 나타낸다.

<표 2> 금속 부식성 시험 결과 표

시험군	부식 감소량(mdd)
프리즈 오프 코트 수용액(포름산 나트륨)	3.72
비교예 1의 수용액(염화나트륨)	7.46
증류수(대조군)	2.02

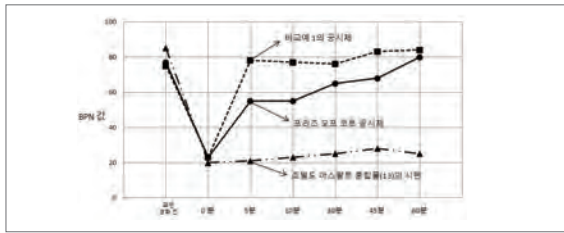
<표 2>의 결과에 따르면, 프리즈 오프 코트 수용액은 비교예 1의 수용액에 비해 부식 감소량이 적었으며, 이는 부식 발생이 효과적으로 억제되었음을 나타낸다. 또한, 대조군인 증류수와 비교했을 때도 프리즈 오프 코트 수용액이 부식 억제 효과를 유지한 것으로 평가

되었다. 따라서, 프리즈 오프 코트의 공시체는 비교예 1의 공시체보다 금속 부식 방지 성능이 우수한 것으로 나타난다.

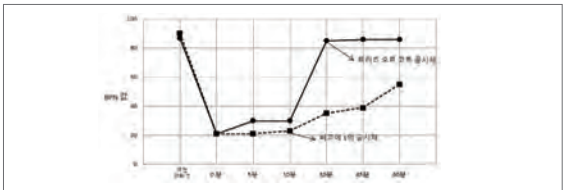
4.5 미끄럼 저항성 결과

시험 결과는 [그림 9], [그림 10], [그림 11]에 그래프로 나타냈다. [그림 9]는 수중 양생 처리를 하지 않은 공시체에 대한 시험 결과, [그림 10]은 수중 양생 처리 1회가 수행된 공시체의 시험 결과, [그림 11]은 수중 양생 처리 2회가 수행된 공시체의 시험 결과를 확인할 수 있다. 밀입도 아스팔트 혼합물(13)의 공시체는 시험 시작 후 60분이 경과해도 BPN 값이 거의 회복되지 않는 모습을 보였다. 반면, 프리즈 오프 코트의 공시체는 시험 시작 직후부터 BPN 값이 회복되기 시작하여 빠른 시간 내에 얼음 막이 효과적으로 제거되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 비교예 1의 공시체는 수중 양생 처리 횟수가 증가함에 따라 BPN 값의 회복 효과가 저하되었지만, 프리즈 오프 코트의 공시체는 수중 양생 처리를 받은 경우에도 BPN 값의 회복 효과가 거의 감소하지 않았다. 이를 통해 프리즈 오프 코트의 공시체가 동결 억제 효과의 지속성이 우수하다는 결론을 도출할 수 있었다. 시험 결과 수중 양생 처리가 동결 억제제의 지속성에 미치는 영향을 명확히 보여주며, 프리즈 오프 코트의 공시체가 비교적 우수한 성능을 가지는 것으로 나타났다.

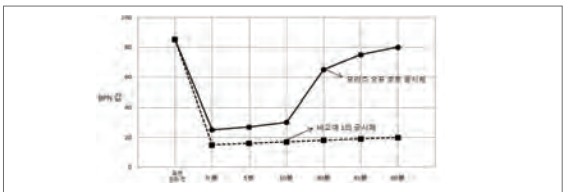
[그림 9] 수중 양생 0회 처리



[그림 10] 수중 양생 1회 처리



[그림 11] 수중 양생 2회 처리



5. 향후 전망

표면 처리형 동결 억제 포장은 초박층 표면 처리제를 기존 노면 위에 도포하여 동결을 억제하는 방식이다. 그러나, 표면 처리제가 손실되면 동결 억제 효과가 사라지는 특징 때문에 간단한 방식의 동결 억제 포장(간이 동결 억제 포장)으로 분류된다. 개발 초기 단계에서 이 포장의 동결 억제 효과는 두 계절 지속될 것으로 예상된다. 현재까지는 소규모 인력으로 시공했으나, 기계화 및 노동력 절감을 통해 범용성과 경제성을 강화하는 방향으로 개발할 것이며, 더 광범위한 공법으로 적용될 수 있도록 확립을 목표로 하고 있다. 차량 주행으로 인해 압력이 제거되면서 노면 노출률이 증가하였고, 이로 인해 결빙 억제 효과가 나타난다. 이 효과가 최소 한 계절 동안 지속되는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 적설량이 많은 경우에는 기존 포장 구간과 시험 시공 구간 사이의 노출률 차이가 관찰되지 않으며, 이는 기존의 동결 억제 포장 기술과 마찬가지로, 적설량이 많은 경우 ‘융설’ 효과를 기대하기 어려울 수 있다. 🇰🇷

숫자와 그림으로 보는 터널 이야기

- 제10강 NATM 터널 리스크와 안전관리 -

Risk and Safety Management in NATM Tunnel

김영근 | ㈜건화 부사장, 한국터널지하공간학회 감사, 공학박사, 기술사



지질 및 암반과 같은 자연재료를 굴착하는 NATM 터널 공사는 지반 자체의 불확실성으로 인해, 지반조사 및 설계를 철저히 수행하더라도 시공 중 다양한 사고가 발생할 가능성이 있다. 지금까지 발생한 여러 NATM 터널 사고의 교훈을 바탕으로, 설계 및 시공의 기술적 문제, 공사체계(설계·시공·감리)의 문제, 그리고 이를 운영·관리하는 시스템의 문제 등이 지속적으로 개선·발전되어 왔다.

이러한 NATM 터널 사고로부터 얻은 교훈을 바탕으로, NATM 터널 사고를 최소화하고 합리적인 공사를 수행할 수 있는 방법을 정리하였다. <표 1>에는 NATM 터널에서의 10가지 리스크와 6가지 안전관리 포인트가 정리되어 있다.

본 고에서는 NATM 터널의 주요 리스크를 분석하고, NATM 터널의 안전관리 및 사고를 줄이는 방안에 대해 기술하였다.

<표 1> NATM 리스크 및 안전 관리 방법

	Key Risk	Cause	Effect
지질 리스크	단층 파쇄대	Very Weak Zone	붕락/붕괴
	연약대/풍화대	Weathered Soil/Rock	붕락/붕괴
	저토피	갱구부/계곡부	붕락/붕괴
	출수/용수	지하수 유입	과다출수/붕락
	절리 거동	Against Dip/블록	낙반/막장 슬라이딩
	복합 암반	Soft + Hard Rock	낙반/막장 슬라이딩
시공 리스크	장기 열화/변질	우수 및 지하수 영향	과다변형/소성변형
	지보 문제	지보역할 부족	붕락/과다변형
	보강 문제	보강성능 부족	붕락/과다변형
SAFETY	인버트 문제	폐합구조 불형성	붕락/과다변형
	Key Points		How to Control
	지질/암질 변화	지질/암질 변화에 능동적으로 대응하자	
	정량적인 페이스 매핑	NATM의 기본인 페이스 매핑에 집중하자	
	지속적인 계측관리	계측 데이터로부터 안정성을 판단하자	
	현장전문가의 의사결정	현장에서의 터널전문가 결정이 우선이다	
	단층파쇄대 우선 보강	단층파쇄대+용수가 가장 위험하다	
	지질/시공 리스크 관리	시공 중 지질/시공 리스크 관리는 필수이다	

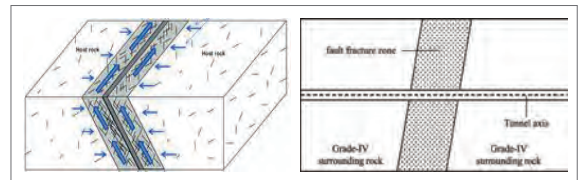
1. NATM 터널의 주요 리스크

1.1 지질 리스크-단층파쇄대(Fault Fracture Zone)

지질 리스크(Geo-Risk)는 터널 공사와 같은 지반 관련 프로젝트에서 예상치 못한 지질학적 조건으로 인해 발생할 수 있는 위험을 의미한다. 즉, 땅속에 존재하는 다양한 지질학적 요인이 터널 공사 과정에서 예기치 못한 문제를 초래하여 공사 기간 지연, 비용 증가, 안전사고 발생 등의 가능성을 높일 수 있다.

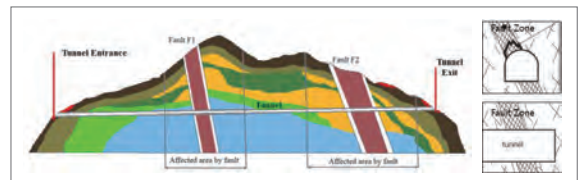
특히, 단층을 중심으로 암석이 심하게 부서지고 파쇄된 지역을 단층파쇄대라고 한다. 단층 운동 과정에서 발생하는 마찰과 압력으로 인해 암석이 미세한 조각으로 부서지며, 이러한 조각들이 밀집되어 단층파쇄대를 형성하게 된다.

[그림 1] 단층 파쇄대(Fracture Zone)



단층파쇄대는 강도가 약해 터널 천장이나 측면의 붕괴 위험이 높으며, 투수성이 높아 지하수 유입량이 많아져 공사를 지연시키고, 안전사고의 위험을 높인다. 또한 단층파쇄대는 불안정하여 터널 굴착 시 예상치 못한 움직임을 보일 수 있으며, 단층파쇄대는 지진 활동이 활발한 지역이므로 터널 안전성을 위협할 수 있다. NATM 터널에서 단층파쇄대는 가장 위험한 리스크이다.

[그림 2] 단층 파쇄대에서의 터널링 리스크

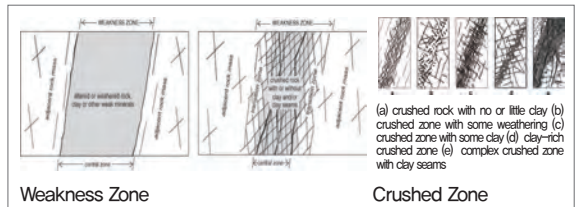


1.2 지질 리스크-연약대(Weakness Zone)

연약대(Weakness Zone)는 지반의 강도가 매우 약하여 터널 공사 시 붕괴나 침하 등의 문제를 일으킬 가능성이 높은 지층을

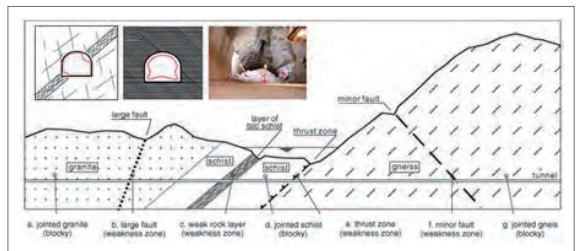
말한다. 주로 점토, 실트, 모래 등의 미립자로 구성되어 있으며, 물을 많이 함유하고 있어 강도가 더욱 약해진다. 파쇄존(Crushed zone)은 지각 변동이나 외부적인 힘에 의해 암석이 심하게 부서지고 잘게 쪼개진 지역을 말한다. 마치 큰 암석을 망치로 세게 내려쳐 부순 것처럼, 파쇄대 내의 암석들은 작은 조각들로 산산조각이 나 있는 상태이다.

[그림 3] 연약대(Weakness Zone)



연약대가 터널 공사에 미치는 영향은 크게 연약한 암반이 주변 암반에 비해 상대적으로 강도가 약해 터널 붕괴 위험성이 높다는 점이다. 또한 연약화 작용으로 인해 암반 내 절리(불연속면)가 많아져 지하수 유입이 증가할 수 있기 때문에 터널 굴착 후 용수가 발생하기 쉬우며, 이는 터널 불안정성의 주요 원인이 되고 있다. 특히 연약대는 단층파쇄대와 달리 주변 암반과의 상대적 차이가 크지 않은 경우가 많으므로, 굴착 중 이를 확인하고 평가하는 데 주의해야 한다.

[그림 4] 연약대에서의 터널링 리스크

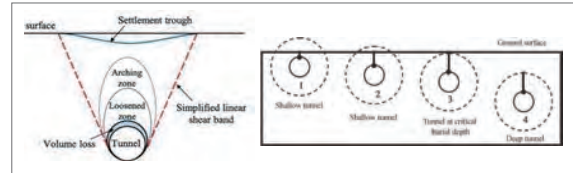


1.3 지질 리스크-저토피(Shallow Overburden)

NATM 터널 공사에서 저토피는 토피가 상대적으로 얇은 구간으로, 아칭 효과를 발휘하기 어렵기 때문에 굴착 중 안전성에 대한 리스크가 크다고 할 수 있다. 일반적으로 아칭 효과로 인한 터널 안정성을 확보하기 위해서는 2D(D: 터널 직경) 이상의

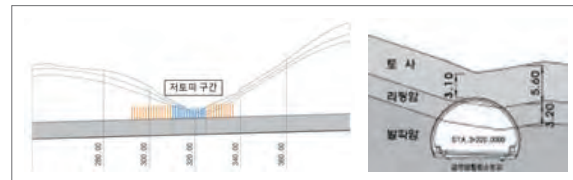
토피를 확보하는 것이 바람직하다. 하지만 터널 선형 계획 시 1D 이하의 저토피 구간이 발생할 수 있으며, 이러한 구간에서는 별도의 굴착 및 보강 대책을 수립해야 한다.

[그림 5] 터널 토피고와 아칭 효과



저토피 구간의 주요 리스크로는 토피고(overburden)가 얇아 지 지력이 약하기 때문에 굴착 시 붕괴 발생 가능성이 높으며, 특히 지하수 유입 시 붕괴 위험이 커 지게 된다. 또한 굴착으로 인해 지반이 불안정해져 지표 침하가 발생할 수 있으며, 주변 건물에 손상을 입힐 수 있다. 저토피 구간은 지하수가 풍부한 경우가 많아 굴착 시 대량의 지하수 유입이 발생할 수 있으며, 이는 굴착 작업을 방해하고 안전사고를 유발하여 주변 환경에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 저토피 구간을 통과할 때는 굴착 전에 지상에서 사전 보강을 실시하는 것이 좋으며, 지상 보강이 어려운 경우에는 저토피 전후 구간에 보강을 실시하도록 한다.

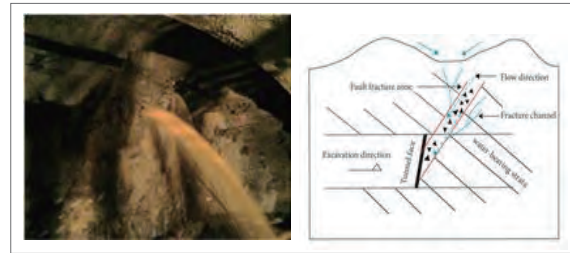
[그림 6] 저토피 구간에서의 터널보강



1.4 지질 리스크-출수/용수(Water inrush and inflow)

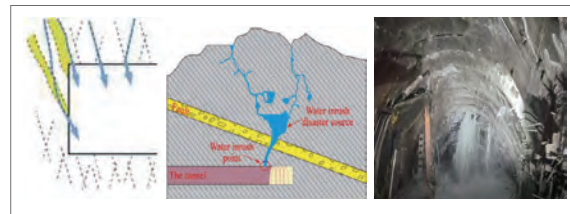
터널은 매우 복잡한 지질 조건에서 터널 내 출수나 용수가 발생할 수 있다. 단층파쇄대는 터널이 자주 통과하는 부적합한 지질 구조로, 지하수 함량이 풍부하고 구조가 느슨하며 결합력이 약한 것이 특징이다. 이러한 특성은 터널 굴착 중 지하수 유입으로 쉽게 이어지며, 대량의 출수나 용수가 발생하여 터널의 안전성을 심각하게 위협할 수 있다. 또한 단층파쇄대나 연약대는 집중 우수(雨水)의 영향을 받아 용수로 이어지며, 이는 대형 붕괴 사고를 유발할 수 있으므로 특히 유의해야 한다.

[그림 7] NATM 터널에서의 출수



터널 굴착 시 예상치 못한 지하수 유입은 공기 지연, 안전사고 발생, 공사비 증가 등 다양한 문제를 야기할 수 있다. 따라서 사전에 철저한 지질 조사와 함께 효과적인 배수 대책을 수립하는 것이 중요하다. 출수 및 용수 발생 원인으로는 굴착 깊이가 깊어질수록 지하수위가 높아져 유입량이 증가할 수 있다. 또한 단층파쇄대와 같은 지하수가 이동하기 쉬운 지질 구조는 출수량을 증가시키는 주요 원인이다. 강우 시 지하수위가 상승하여 유입량이 급격히 증가할 수 있다.

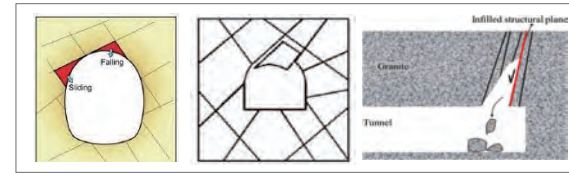
[그림 8] NATM 터널에서의 출수 및 용수 리스크



1.5 지질 리스크-절리 거동

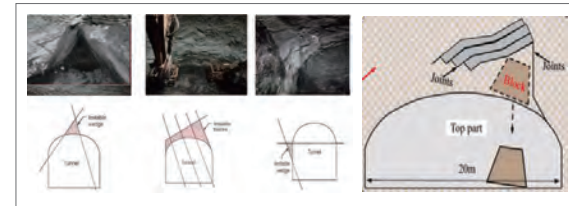
암반 불연속면은 암반 내에서 서로 분리된 면을 의미하며, 암석의 강도와 안정성을 저하하는 주요 원인이 되며, 다양한 지질적 요인에 의해 형성된다. 이와 같이 암반 불연속면에 의해 형성된 암반에는 블록성 암반(blocky rock mass)과 층상 암반(stratified rock mass)이 있다. 이러한 암반에서는 불연속면(절리/층리)이 주요 거동 인자로 작용하며, 터널을 굴착하게 되면 자유면이 형성되면서 낙반(falling)과 슬라이딩(sliding)이 발생할 수 있다. 따라서 터널 설계 및 시공 시 암반 불연속면의 특성을 정확하게 파악하고 이에 대한 적절한 대책을 수립하는 것이 매우 중요하다.

[그림 9] 터널 주변 암반의 불연속면 거동



암반 불연속면의 거동은 터널의 안정성에 직접적인 영향을 미치며, 다양한 리스크를 유발할 수 있다. 불연속면이 교차하여 켜기형 블록이 형성될 경우, 굴착으로 인해 지지력이 상실되면 낙반이 발생할 가능성이 높다. 또한 층상 절리 등이 발달한 경우, 판상 형태의 암반이 탈락하여 붕괴를 일으킬 수 있다. 불연속면을 따라 전단 변형이 발생하면, 암반이 미끄러지면서 붕괴로 이어질 수 있다. 특히 터널 천단에서의 블록 낙반은 예측이 매우 어려우므로 유의해야 한다.

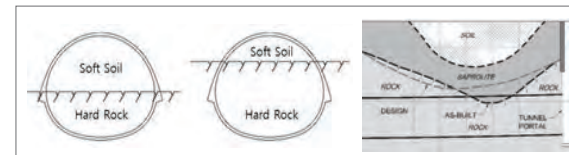
[그림 10] 터널 주변 암반의 불연속면 거동에 의한 리스크



1.6 지질 리스크-복합 암반

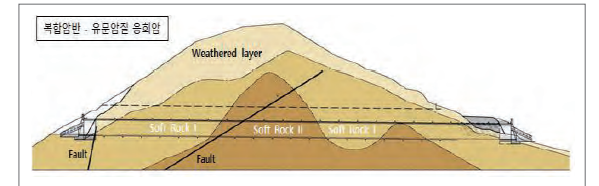
터널은 종단 방향의 긴 선형 구조물로서, 터널 굴착 중 다양한 지질 및 암반 조건을 조우하게 된다. 특히 하나의 막장면에서 토사(soft soil)와 암반(hard rock), 연암반(soft rock)과 경암반(hard rock)이 동시에 나타나는 경우가 많다. 이와 같은 암반에서는 상대적 강도 차이로 인해 부분적인 붕락 등의 문제가 발생할 수 있으므로, 암반 평가를 실시하여 굴착 및 지보 등에 적절한 대책을 수립해야 한다. 특히 연약한 부분에 대한 보강을 우선적으로 실시해야 한다.

[그림 11] 복합 암반-토사와 암반/연암반과 경암반



복합 암반은 하나의 지질 단위에서 연암반과 경암반이 교호하거나 혼재되어 나타나는 복합 구조(composite structure)를 가지는 암반을 말한다. 일반적으로 화산암 지대에서 연암반의 특성을 나타내는 미고결 또는 반고결 상태의 화산쇄설물 퇴적층과 현무암 또는 안산암 등의 경암반이 혼재되어 나타나거나, 서로 다른 공학적 특성을 가진 화산쇄설암이 순차적으로 퇴적되면서 연암반과 경암반이 교호하여 나타나는 응회암 지대에서 볼 수 있다. 복합 암반은 지층 자체의 불균질성뿐만 아니라, 단단한 암반 하부에 연약한 층이 존재하는 수직적 불균질성이 나타날 수 있는 지질 조건을 가지고 있으므로, 지반 조사 시 지층 조건이나 지반 조건에 대한 잘못된 해석을 초래할 수 있다. 특히 이러한 복합 특성은 하부 연약 암반에 의해 암반 구조물의 불안정성을 초래하여 큰 피해를 유발할 수 있다.

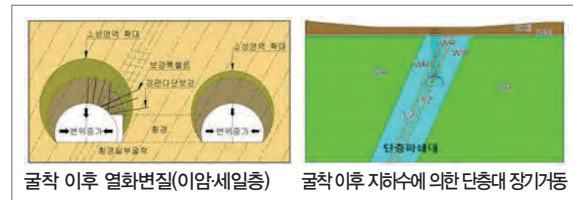
[그림 12] 지질성인에 의한 터널 종방향으로의 복합 암반



1.7 지질 리스크-장기 열화/변질

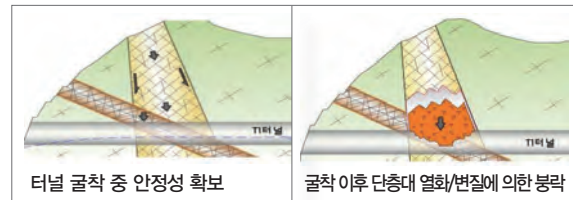
암반은 자연적인 요인과 인위적인 요인에 의해 장기적으로 변질되고 열화될 수 있다. 이러한 변질과 열화는 터널의 안전성에 심각한 영향을 미치므로, 이에 대한 이해가 매우 중요하다. 암반의 장기 열화 및 변질의 원인으로는, 암석이 공기, 물, 생물 등과 접촉하여 화학적, 물리적, 생물학적으로 분해되는 풍화작용이 있다. 특히 지하수는 암석 내 광물 성분을 용해시키거나 침전시켜 암석의 강도를 저하시킬 수 있다. 터널 굴착 이후 열화변질이 급격히 증가하여, 소성 영역이 점차적으로 확대되면서 붕락에 이르는 경우가 발생할 수 있으며, 이는 이암이나 세일층에서 나타난다. 또한 단층파쇄대의 경우, 굴착 중에는 안정성이 확보되었다가 지하수 유동에 따른 장기적인 거동이 발생하여 문제가 되는 경우도 있다.

[그림 13] 이암세일층에서의 굴착 후 열화변질



암반의 장기 열화 및 변질은 암석의 강도가 저하되어 붕괴, 낙석 등의 위험이 증가하며, 지하수 유입이 용이해지고 침투성이 증가하게 되며, 암석의 내구성이 저하되어 구조물의 수명이 단축될 수 있다. [그림 14]는 단층파쇄대에 집중호우로 인한 우수가 침투하여, 장기적인 열화·변질로 인해 터널 붕괴가 발생한 사례이다.

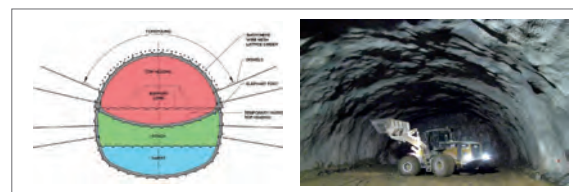
[그림 14] 단층대의 장기적인 열화·변질에 의한 터널 붕괴 사례



1.8 시공 리스크-지보 문제

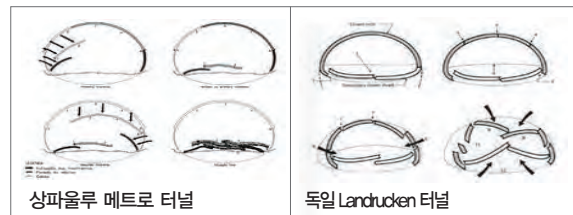
NATM 터널은 굴착으로 인해 발생하는 암반의 변형과 붕괴를 방지하고, 터널의 안정성을 확보하기 위해 지보를 설치하게 된다. 주 지보재인 슛크리트, 록볼트, 그리고 강지보재를 조합하여 암반의 상태에 따라 지보량을 결정하여 설치한다. 따라서 적절한 지보량의 산정과 지보의 설치는 터널 안정성 확보에 가장 중요한 요소가 된다. 특히 슛크리트의 즉각적인 타설은 NATM 터널에서 가장 중요한 요소로, 제때 타설하지 못할 경우 터널 안정성에 문제가 발생할 수 있다.

[그림 15] NATM 터널에서의 지보 설치와 슛크리트 타설



[그림 16]은 NATM 터널 사고를 나타낸 것으로, 바닥부 가인버트에서 과지압에 의한 전단 파괴와 균열이 발생하고, 이어 측벽부에서 내측으로의 수평 변위가 발생하며 천단부에 균열이 확대되었다. 이후 좌우 측벽부와 인버트가 붕괴되고, 천단부가 완전히 파괴되어 터널 전체가 붕괴됨을 볼 수 있다. 이는 과지압(over stressing)으로 인해 설치된 지보력이 이를 견디지 못하면서 발생한 사고이다.

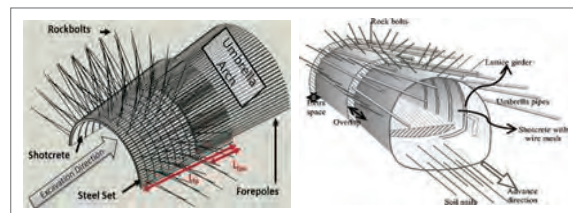
[그림 16] 지보력 부족에 의한 슛크리트 라이닝 파괴



1.9 시공 리스크-보강 문제

NATM 터널에서 주 지보재로 지보력을 확보하지 못한 경우, 다양한 보조 보강 공법을 적용하여 연약대나 단층대에서도 시공이 가능하게 된다. 가장 일반적으로 적용되는 보강 공법은 강관 보강 그라우팅으로, 본 공법은 터널 굴착 시 암반의 불안정한 구간이나 지하수 유입이 예상되는 구간에 강관을 설치하고, 그 주변에 그라우트 재료를 주입하여 암반과 강관을 일체화시키는 방식이다. 이를 통해 암반의 강도를 증가시키고, 균열을 메워 지하수 유출을 방지하며, 터널의 안정성을 확보하는 효과를 얻을 수 있다.

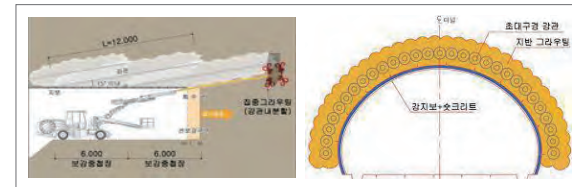
[그림 17] NATM 터널 보조보강공법-강관보강그라우팅



대부분의 경우 암반이 불량한 경우 강관 보강 그라우팅을 적용하기 때문에, 강관 보강 그라우팅의 보강 효과 발현은 매우 중요하다. 특히 지반/암반 상태에 따라 강관의 크기, 강관의 간격,

강관의 배열 등을 계획하게 되는데, 강관 보강 그라우팅이 제대로 보강 효과를 발휘하지 못하면 터널 붕락 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 시공 과정을 철저히 관리하고, 품질 검사를 주기적으로 실시하여 문제 발생 시 신속하게 대처해야 한다.

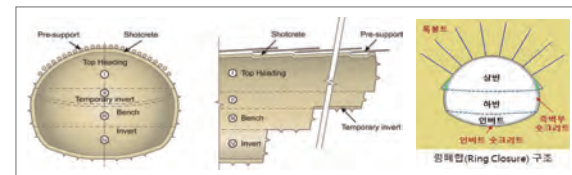
[그림 18] 강관보강그라우팅의 설계와 시공



1.10 시공 리스크-인버트 문제

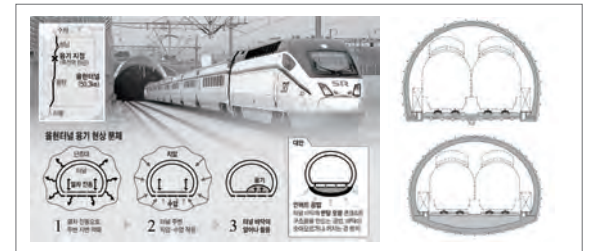
터널 인버트(invert)는 터널의 바닥 부분을 의미하며, 인버트를 타설함으로써 완전한 링 폐합 구조(ring closure)를 형성하게 되어 상부에서 작용하는 하중을 넓은 면적으로 분산시켜 지반에 미치는 응력을 감소시키고, 터널의 구조적 안정성을 확보할 수 있다. 특히 암반이 불량한 구간에서는 시공 중 1차 라이닝으로 인버트 슛크리트를 타설하고, 2차 라이닝으로 인버트 콘크리트를 타설하게 된다. 하지만 인버트는 구조적 안정성 확보라는 장점에도 불구하고, 시공성과 공사비 증가 등의 문제가 발생할 수 있으므로 암반 상태를 충분히 고려하여 적용해야 한다.

[그림 19] NATM 터널에서의 인버트



[그림 20]은 인버트 미설치로 인한 터널 변형 사례를 나타낸 것이다. 시공 중 막장 조사 결과 인버트가 필요하지 않은 것으로 판단되었으나, 터널 주변 단층파쇄대의 장기적인 거동으로 인해 터널 바닥부에서 히빙이 발생하였다. 따라서 인버트는 터널의 안전성과 기능을 유지하는 데 매우 중요한 역할을 하므로, 터널 설계 및 시공 시 인버트에 대한 충분한 고려가 필요하다.

[그림 20] 인버트 미설치에 의한 터널 변형 리스크

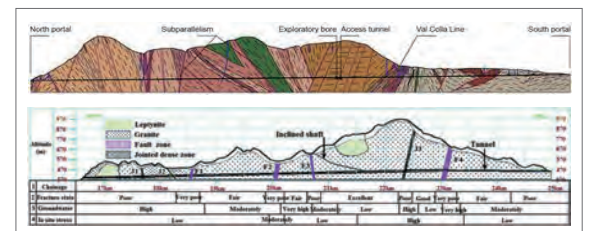


2. NATM 터널에서 사고 줄이는 방법

2.1 급격한 지질 변화는 지속적으로 확인하자

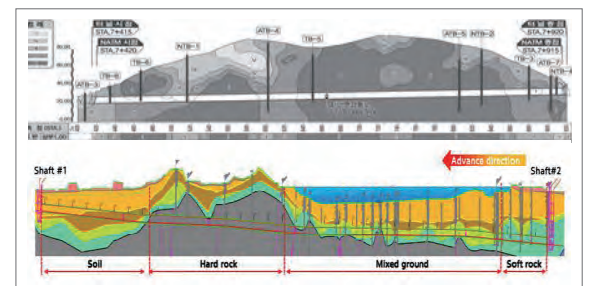
NATM 터널공법의 원리는 굴착 중 확인되는 지반 및 지질조건에 적합한 가축성 지보를 신속하게 시공하는 것이다. 터널 공사에서는 종방향으로 굴착하는 과정에서 다양한 지질 조건을 만나게 되는데, 특히 예상하지 못한 급격한 지질변화가 나타나는 경우가 많다.

[그림 21] NATM 터널에서의 종방향 지질 변화



또한 터널 굴착 과정에서 암종 및 지질 특성뿐만 아니라 암질 및 암반 특성도 달라지는 경우가 대부분이다. 따라서 조사설계 과정에서 파악한 지질 및 암질의 변화는 하나의 참고사항이므로, 시공 중 이를 매 막장마다 확인하고 평가하며 예측하는 과정, 즉 페이스 매핑(face mapping)이 중요하다 할 수 있다.

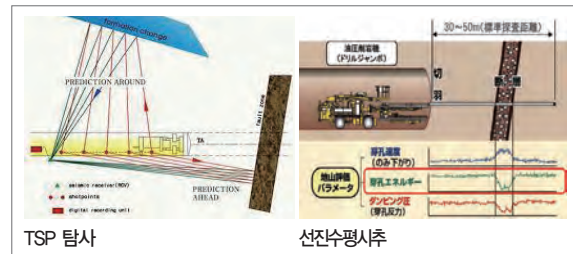
[그림 22] NATM 터널에서의 종방향 암질 변화



◎ 급격한 지질 변화에 대응하는 방법

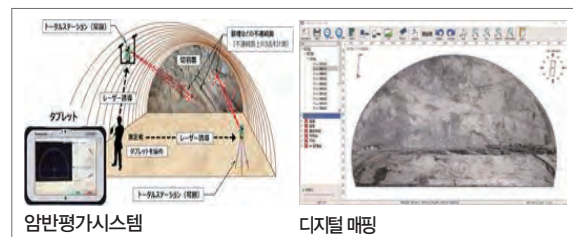
터널 설계 단계에서의 지반 조사 결과는 가장 중요한 기본 자료이자, 터널 전 구간에 대한 지질 리스크 및 암반 특성을 확인할 수 있는 데이터이다. 하지만 시공 중 이를 확인하는 절차인 페이스 매핑(face mapping)은 필수적이다. 또한 막장 전방의 지질을 예측하거나 지반 조사 결과에서 예측된 단층대를 확인하기 위해 TSP 탐사나 선진 수평 시추를 수행하게 된다. 특히 선진 수평 시추는 막장 전방의 지질 상태를 직접 확인할 수 있기 때문에 반드시 수행해야 하는 작업이다.

[그림 23] 터널막장 전방지질 예측



또한 매 막장마다 시행하는 페이스 매핑 결과는 눈으로 확인할 수 있는 가장 확실한 결과이다. 따라서 페이스 매핑에서 확인되는 급격한 지질 변화의 특성을 분석하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 지질을 아는 전문가의 판단과 페이스 매핑 결과를 정량적으로 분석하는 노력이 요구된다. 이는 터널 막장 평가 시 주관적 판단에 의지하지 않고, 객관적인 자료화를 통해 지질 특성뿐만 아니라 암반 평가 및 계층 결과와 연계하는 체계적인 프로세스가 필요함을 의미한다.

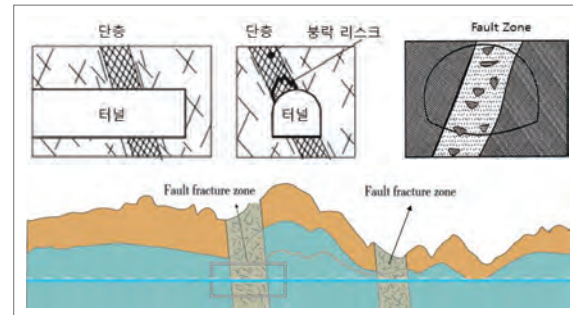
[그림 24] 터널 막장 평가 프로세스



2.2 단층파쇄대(연약대)는 가장 우선적으로 보강하자

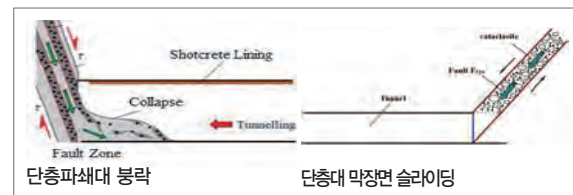
터널 공사에서 단층파쇄대(fault fracture zone)는 가장 취약하고 가장 위험한 지질 리스크이다. 단층파쇄대는 완전히 파쇄되어 부스러진 구간으로 일정한 폭의 존(zone)을 형성하는 경우, 터널 막장면과 터널 종방향 모두 붕락 리스크가 나타나게 된다. 또한 단층파쇄대는 사전 지반 조사에서 확인되는 경우 충분히 대응할 수 있지만, 시공 중 사전에 확인하지 못한 단층파쇄대가 나타나는 경우에는 특히 위험하므로 주의해야 한다.

[그림 25] 터널공사에서의 단층파쇄대와 리스크



특히 단층파쇄대가 가장 위험한 경우는 터널 막장면 쪽으로 경사(against dip)가 있는 경우로, 이때 막장면으로의 붕락 위험성이 가장 크다. 또한 단층파쇄대에 지하수가 유입되는 경우, 단층 점토(가우지)가 지하수에 의해 열화되고 변질될 수 있으므로 특히 유의해야 한다. 따라서 터널 공사 시 단층파쇄대의 폭, 위치 및 방향, 그리고 단층 가우지의 유무를 반드시 확인해야 한다.

[그림 26] 터널 막장면에서의 단층파쇄대

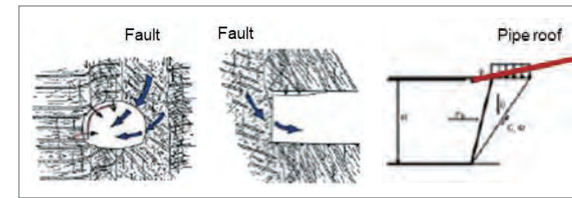


◎ 단층 파쇄대 보강하는 방법

단층파쇄대를 보강하는 데 있어 가장 중요한 것은 막장의 안정성을 조기에 확보하고, 지보를 설치하여 장기적인 터

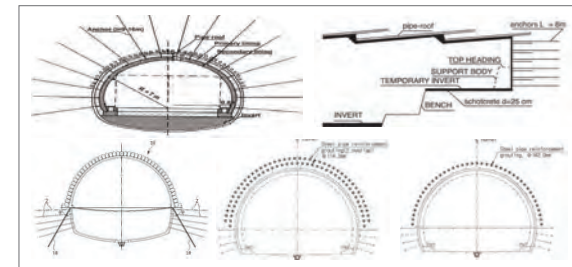
널의 안정성을 확보하는 것이다. 터널 단면 방향 및 종방향으로의 붕락 리스크를 제어하는 방법은 막장 전방에 파이프 루프(pipe roof)를 설치하는 것이다. 일반적으로 터널 천단부에 강관을 일정한 간격으로 설치하고, 강관 파이프 주변에 그라우팅을 실시하여 강관과 그라우트체를 일체화시켜 지보 성능을 최대한 확보하는 것이다.

[그림 27] 단층파쇄대 보강 개념



단층파쇄대 보강 시 적용되는 강관 보강 그라우팅 보강 공법은 터널의 안정성을 확보하기 위한 효과적인 방법이다. 하지만 지반 조건, 터널 규모, 공사 환경 등에 따라 적용 방안이 달라질 수 있으므로, 터널 전문가와의 충분한 협의를 통해 최적의 보강 방안을 수립해야 한다.

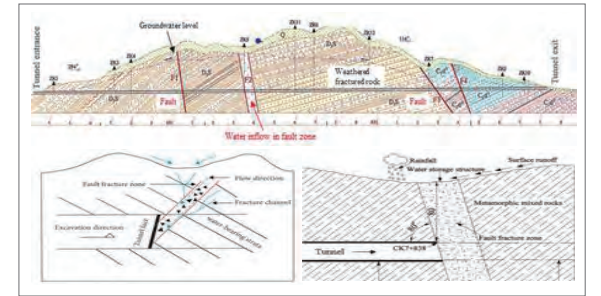
[그림 28] 단층파쇄대 보강 방안



2.3 연약대의 용수는 주의 깊게 관리하자

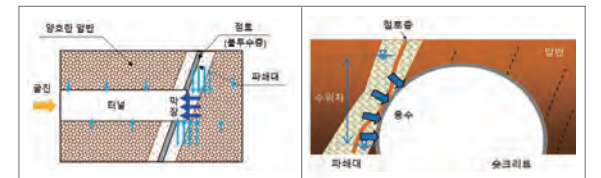
터널 공사에서의 용수 및 출수는 가장 위험한 리스크 중 하나이다. 특히 단층파쇄대와 같은 연약대의 경우, 터널 굴착에 따른 지하수 변동으로 인해 지하수가 연약한 구간으로 집중되면서, 굴착 이후 일정 시간이 경과하면 용수가 발생하는 경우가 많다. 집중호우 등으로 인해 우수가 연약대를 통해 유입되면서 터널 내 용수가 발생할 수 있으며, 이때 연약대의 열화변질을 초래할 수 있으므로 유의해야 한다.

[그림 29] 연약대에서의 용수와 영향



양호한 암반 사이에 놓인 연약대(파쇄대)는 지하수의 유로가 형성되기 쉽다. 종방향뿐만 아니라 터널 단면에서의 연약대(파쇄대)는 막장면으로의 용수를 유발하는 주요 원인이 되므로, 특히 연약대(파쇄대) 구간에서의 용수 위치, 용수량 및 용수 변화량 등을 확인해야 한다.

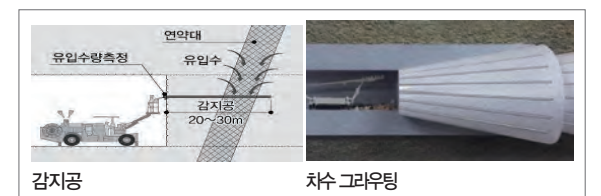
[그림 30] 단층파쇄에서의 용수



◎ 용수를 제어하는 방법

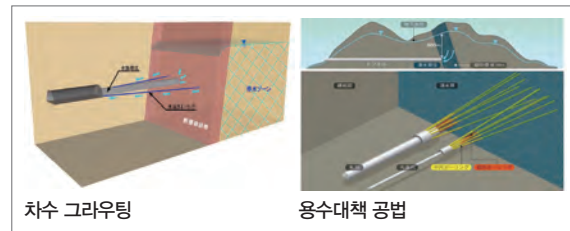
NATM 터널은 기본적으로 배수 개념의 터널이므로, 공사 중과 운영 중에 배수를 허용하게 된다. 따라서 일반적인 구간에서는 수발공을 설치하고 배수로로 구축하여 용수를 처리하게 된다. 하지만 터널 내 용수가 터널 안정성에 영향을 주거나, 해저 통과 구간과 같은 특별한 경우에는 용수를 제어하고 관리해야 한다. 특히 전방에 연약대가 있는 경우에는 사전에 감지공을 천공하여 유입 수량을 확인하고, 이에 따라 적절한 차수 그라우팅 계획을 수립해야 한다.

[그림 31] 터널전방 감지공 및 차수그라우팅



터널 그라우팅에는 터널 굴착 전에 미리 그라우팅을 실시하여 지하수 유입을 차단하는 선행 그라우팅과, 터널 굴착 후 굴착면 주변에 그라우팅을 실시하는 후행 그라우팅으로 구분되며, 굴착면에 부채꼴 모양으로 구멍을 뚫고 그라우팅 재료를 주입하는 팬 그라우팅이 적용된다. 특히 연약대(파쇄대) 구간에 대한 차수 그라우팅은 터널 안정성 확보에 있어 중요하다.

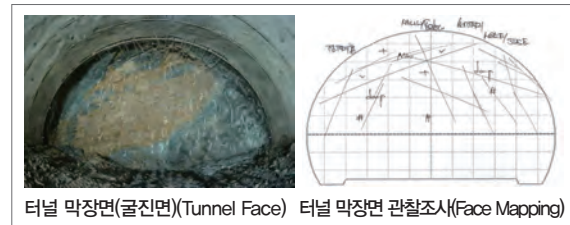
[그림 32] 터널 차수그라우팅 및 용수대책



2.4 페이스 매핑은 가장 기본적이고 중요한 프로세스이다

터널 페이스 매핑(face mapping)은 터널 굴착면의 지질 상태, 암반 특성, 불연속면, 지하수 유출 등을 육안으로 관찰하고 기록하는 작업을 의미한다. 즉, 터널 굴착이 진행됨에 따라 지속적으로 변화하는 굴착면의 상태를 정확하게 파악하여, 터널 시공에 필요한 정보를 제공하는 중요한 과정이다. 특히 시공 전 터널 구간에 대한 정보를 완벽하게 획득하는 것은 어렵기 때문에, 매 막장마다 관찰 및 확인을 통해 지질 및 암질 상태를 평가해야 한다.

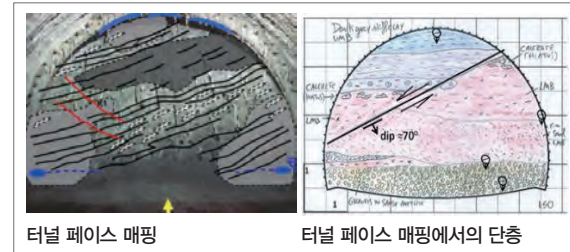
[그림 33] NATM 터널에서의 페이스 매핑



터널 굴착은 예측할 수 없는 지질 조건 변화에 항상 노출되어 있다. 페이스 매핑은 이러한 변화에 신속하게 대응하고, 안전하고 효율적인 터널 시공을 위해 필수적인 과정이다. 특히 NATM 터널에서의 페이스 매핑은 암질 변화에 따라 적합

한 지보를 설치한다는 원칙을 기반으로 하는 가장 기본적인 고 중요한 프로세스이다. 대부분의 경우 발주처 자체의 암 판정 절차로 기준화 및 절차화되어 있고, 모든 데이터를 공학적으로 평가하도록 해야 한다.

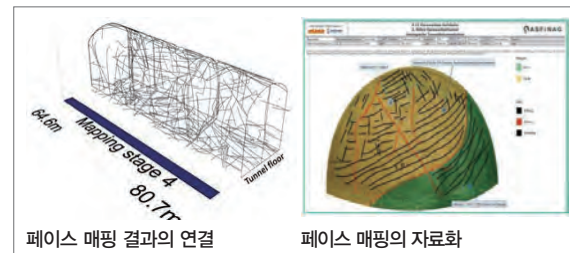
[그림 34] NATM 터널에서의 막장 관찰



◎ 페이스 매핑 잘하는 방법

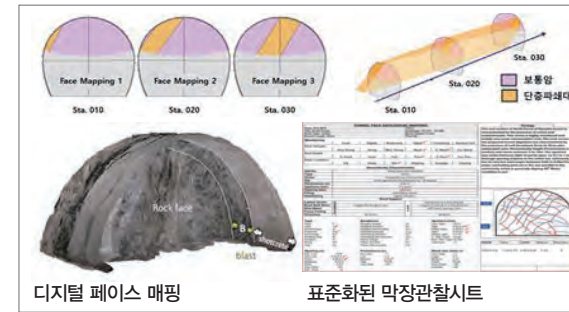
페이스 매핑에서 가장 중요한 것은 매 막장의 면을 관찰하고 이를 연결하여 터널 굴착 방향으로 3차원적으로 확인하는 것이다. 이를 위해서는 지질 및 지반에 대한 전문적인 지식뿐만 아니라 상당한 경험이 요구되므로, 현장에 터널 전문가가 상주하면서 페이스 매핑 자료를 체계적으로 정리해야 한다. 또한 이를 통해 터널 주변 주간(週間)의 지질 변화를 예측하고, 지질 리스크를 확인해야 한다.

[그림 35] 페이스 매핑 결과의 정량화



현재 비정량화된 터널 페이스 매핑을 보다 객관화하고 정량화하기 위해, 디지털 매핑, 온라인 자동화 기술 및 스마트 기기를 활용한 다양한 기술이 개발되고 있으므로 이를 적극적으로 활용하는 것도 필요하다. 또한, 단순한 지질 및 암질 분석뿐만 아니라 터널 거동과 어떤 연관성을 갖는지 판단하는 것도 중요하다.

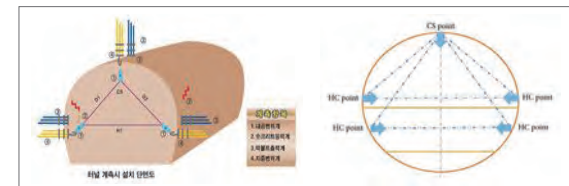
[그림 36] 디지털 페이스 매핑



2.5 계측 데이터에 변화에 주의를 기울이자

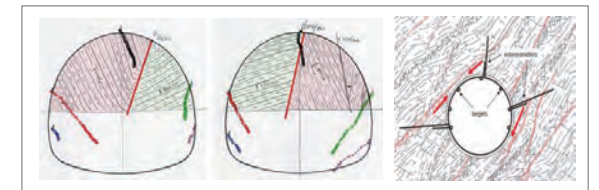
NATM 터널은 시공 후 지보의 적정성 및 터널의 안정성을 계측을 통해 판단하는 관찰적 방법(observational method)에 기초하고 있다. 따라서 터널 공사에서의 계측은 시공 중 발생할 수 있는 변위 및 침하 등의 위험을 사전에 감지하고, 안전성을 확보하기 위한 필수적인 작업이다. 특히 터널 내공 변위, 슛크리트 응력, 록볼트 축력 및 지중 변위 등의 계측 항목이 있지만, 이 중 가장 중요한 것은 터널 내공 변위로, 이를 통해 터널의 변형 거동을 판단할 수 있다.

[그림 37] NATM 터널 주요 계측항목



터널 내공 변위는 터널 굴착 시 주변 지반의 응력 재분배로 인해 터널 내벽면에서 발생하는 변형을 의미한다. 즉, 터널을 굴착하면 주변 암반이 변형되면서 터널 내벽면이 안쪽으로 이동하는 현상이 발생하게 되므로, 이는 터널 주변 암반 특성과 밀접한 관계가 있다. 터널 내공 변위를 정확하게 측정하고 분석하는 것은 터널의 안정성을 평가하고 붕괴 가능성을 예측하여 사고를 예방하는 데 필수적이며, 지보재의 종류, 지보재량, 설치시기를 결정하는 데 필요한 자료를 제공한다. 또한 시공 과정에서 발생하는 문제점을 조기에 발견하고 대처할 수 있으며, 터널의 장기적인 안전성을 확보하기 위한 유지관리 계획 수립에도 활용된다.

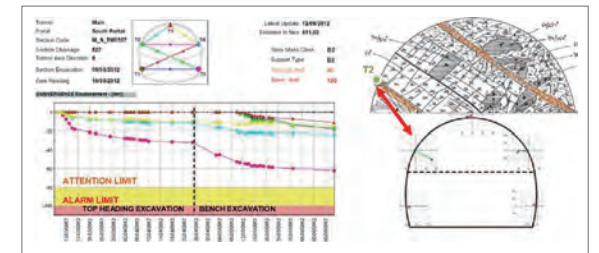
[그림 38] 터널 주변 암반특성과 변형 거동



◎ 계측 잘하는 방법

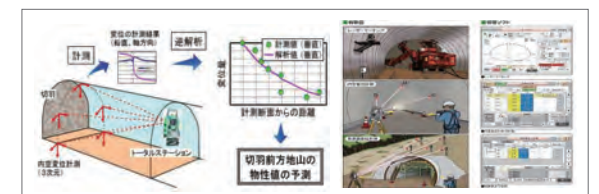
터널 계측 데이터는 터널 주변 지질 및 암반 특성과 연관성이 매우 크기 때문에, 반드시 페이스 매핑 결과와 함께 분석해야 한다. 또한, 내공 변위는 굴착 직후 급격하게 증가하다가 시간이 지남에 따라 변화율이 감소하는 경향을 보이며, 이러한 경시 변화가 발생하게 된다. 내공 변위의 수렴 여부는 터널의 안정성을 확인하는 가장 중요한 판단 자료이므로, 굴착 직후부터 변위의 변화를 지속적으로 확인해야 한다.

[그림 39] 계측 결과와 페이스 매핑 결과 비교 검증



최근 터널 계측에는 IoT 기반 무선 센서 기술, 레이저 스캐닝 기술, AI 기반 데이터 분석 기술, 광섬유 센서 기술 등 다양한 신기술이 개발되고 있다. 이러한 신기술은 온라인 자동화 디지털 모니터링이 가능한 방향으로 적용되고 있으며, 계측 데이터 및 페이스 매핑 등이 통합적인 시스템으로 운영되고 있다.

[그림 40] 계측관련 신기술



■ 제10강을 마치면서

- 사고로부터 배운다

The SMARTER, The SAFER



Why? 지난 수십 년 동안 우리 터널 분야는 많은 변화와 발전을 거듭해 왔다. 새로운 공법과 기술이 도입되고 적용되면서 설계와 시공 분야는 보다 안전하고 효율적인 시스템으로 운영되고 있다. 특히 안전 관리 규정과 기준이 강화되면서, 터널 현장에서는 안전에 대한 관리가 보다 철저하고 엄격하게 수행되고 있다. 그럼에도 불구하고 여전히

크고 작은 사고가 발생하는 것이 현실이다. 신문이나 TV 등에서 보도되는 터널 붕락 사고 및 싱크홀 사고 소식을 접하면, 여전히 터널 사고가 발생하는 근본적인 원인에 대해 고민하게 되며, 터널 전문가로서의 책임을 느끼게 된다. 왜 터널 사고(accident)는 발생하는 것일까?

Which? 지난 세월 동안 국내뿐만 아니라 세계 곳곳의 터널 현장에서 다양한 터널 사고가 발생해 왔다. 선진국이라 할 수 있는 영국, 독일, 일본, 캐나다 그리고 호주 등에서 대형 터널 붕락 사고, 도로 함몰 및 싱크홀 사고 등이 발생하고 있다. 터널 사고 발생 시 가장 중요한 것은 터널 붕락 사고에 대한 공학적 분석과 조사가 반드시 필요하다는 것이다. 해외의 주요 터널 사고의 경우, 국가 차원의 조사위원회가 구성되어 보다 객관적이고 공정한 사고 조사를 통해 사고 발생 원인을 분석하고, 적절한 대책을 수립하고자 하였다. 궁극적으로는 사고 재발 방지를 위한 안전 이슈에 대한 법적제도적 보완으로 이어지기도 했다. 이와 같이 세계적으로 이슈가 되었던 터널 사고 사례(case)에는 어떤 것들이 있었을까?

What? “사고로부터 배운다”라는 말이 있다. 이미 발생한 터널 사고는 공사비 및 공기 등 터널 공사에 막대한 영향을 미칠 뿐만 아니라, 인명 사고 및 주변의 심각한 재산상의 손실을 초래할 수 있다. 따라서 적절한 대책을 조속히 실현하는 것뿐만 아니라, 유사한 사고가 다시 발생하지 않도록 하는 것도 중요하다. 이를 위해 철저한 조사 결과를 바탕으로 터널 공사 시스템에 반영하는 노력이 요구되고 있다. 터널 사고로부터 배워야 할 교훈(lesson learned)은 무엇일까?

Zero? 지하터널의 시대가 오고 있다. 지하터널의 시대에 있어 터널사고가 최소화되고 가능한 발생하지 않도록 하는 노력이 무엇보다 필요하다. 공사비 및 공기라는 절대적 목표 아래 모든 프로세스와 규정을 준수하고 안전관리에 만전을 다하는 것은 쉽지 않은 일이지만, 그럼에도 불구하고 지하터널 공사에서의 사고 발생을 제로화(zero accident)하는 것은 터널기술자의 최종적인 목표라 할 수 있다.

끝으로 [터널 사고 줄이는 방법]을 요약하였다. NATM 터널에서 6가지, TBM 터널에서 6가지 등 총 12가지로 나타내었으며, 이를 다시 정리하여 [The SMARTER The SAFER]로 표현하였다. 터널 공사에서 사고를 줄이는 가장 현명한 방법은 터널 공사의 핵심 리스크(risk)를 스마트하고 안전하게 관리하는 것이다. 

〈표 2〉 터널 사고 줄이는 방법 The SMARTER·The SAFER

구분	핵심 사항	비고
S	굴진 및 막장압 관리가 핵심이다. Stability Control of Face Pressure	TBM
M	복합적이고 변화 많은 지질이 가장 문제다. Mixed and Complex Ground	TBM
A	TBM 장비 정지시 주변 거동을 체크하자. Alert Monitoring in Cutterhead Intervention	TBM
R	피난연락경 굴착이 가장 위험한 공정이다. Risk of Cross Passage Excavation	TBM
T	지반에 적합한 TBM 선정이 가장 중요하다. TBM Suitable Selection for the Ground	TBM
E	굴착토 관리는 정량적으로 하자. Excavated Ground and Material Management	TBM
R	지질 리스크를 확인하고 관리하자. Risk Control and Geo-Risk Management	NATM
S	암반에 적합한 빠른 지보설치가 가장 중요하다. Support Installation by Rock Mass Classification	NATM
A	페이스 매핑과 같은 기본 프로세스를 잘 하자. Accredited Geo-Face Mapping	NATM
F	단층파쇄대 굴착이 가장 위험한 공정이다. Fault Fracture and Weakness Zone	NATM
E	현장중심의 터널 전문가 판단이 필요하다. Expert Engineer in Tunnel On-Site	NATM
R	계측 등 NATM 원칙에 충실하자. Robust Measurement & Monitoring	NATM

도로에서 발생하는 사고와 도로 설치 및 관리자의 법적 책임

이응세 | 법무법인 바른 구성원변호사

1. 도로에서 발생하는 사고에 대한 도로 설치·관리자의 책임

도로는 다수의 차량과 보행자가 통행하고 이용하는 시설이므로 사고가 자주 발생한다. 그 사고가 도로의 설치·관리상의 하자로 인하여 발생하거나 사고 발생에 도로의 설치·관리상의 하자가 일부 기여한 부분이 있다면 도로를 설치·관리하는 자는 그 사고에 대하여 책임이 있고, 사고로 인하여 손해를 입은 당사자에게 배상책임이 발생하게 된다. 사고가 발생한 도로가 국가 또는 지방자치단체가 관리하는 도로라면 국가배상법 제5조(공공시설 등의 하자로 인한 책임)가 적용될 수 있고, 한국도로공사가 관리하는 고속도로라면 민법 제758조 제1항(공작물 등의 점유소유자의 책임)이 적용될 수 있다. 두 경우에 적용 법률에 차이가 있더라도 손해배상책임을 인정하는 요건에는 사실상 차이가 없다.

2. 사고 발생의 원인에 따른 책임의 구분

도로에서 발생하는 사고는 주로 차량 운행에 따른 것이고, 그 사고는 다시 도로 설치상의 하자로 인한 사고와 관리상의 하자로 인한 사고로 나눌 수 있다. 설치상 하자인지 관리상 하자인지 명확히 구분하기 어려운 경우도 있으나, 개념상으로는 도로 자체 및 도로이용과 관련된 시설을 설치할 때 이미 잘못이 있어서 사고가 발생하였다면 설치상 하자 문제에 해당하고, 도로 등이 설치된 이후에 도로주행 환경에 영향을 미치는 다른 원인이 개입되어 사고가 발생하는 경우는 관리상 하자의 문제라고 할 것이다.

2.1 도로 관리상의 하자에 따른 책임

도로에서 발생한 사고에 대한 책임 문제는 대체로 관리상 하자 여부를 둘러싼 분쟁인 경우가 많으므로, 실무상 판결례도 관리상 하자에 관한 것들이 많다. 관리상 하자는 다시 사고 발생에 개입된 원인에 따라 다양한 사례가 있게 된다. 도로에 제3자의 행위로 인하여 통행상의 안전에 결함이 발생한 경우 또는 기상악화 등 자연재해로 도로 상태가 비정상인 상태가 된 경우 등이 그것이다.

2.1.1 제3자의 행위로 인한 경우

도로에 제3자의 행위로 통행상의 안전에 결함이 생긴 경우에 관하여, 법원은 '도로의 설치 후 제3자의 행위에 의하여 통행상의 안전에 결함이 있다는 것만으로 성급하게 도로의 보존상 하자를 인정하여서는 안 되고, 당해 도로의 구조, 장소적 환경과 이용 상황 등 제반 사정을 종합하여 그와 같은 결함을 제거하여 원상으로 복구할 수 있는데 이를 방치한 것인지 여부를 개별적구체적으로 심리하여 하자의 유무를 판단하여야 하며, 객관적으로 보아 도로의 안전상의 결함이 시간적, 장소적으로 그 점유·관리자의 관리행위가 미칠 수 없는 상황에서 생긴 경우에는 도로의 보존에 하자가 있다고 볼 수 없다.'라고 하였다.

고속도로를 주행하던 승용차가 중앙분리대 쪽 고속도로 확장공사 구간에 설치된 차선유도용 플라스틱 드럼통이 1차로에 넘어져 있었던 바람에 이것을 충격하여 사고가 발생한 사안에서, 법원은 한국도로공사 순찰원이 사고 약 14분 전에 사고지점을 순찰하였고 그 당시 드럼통이 쓰러져 있는 것을 발견하지 못하였으므로 한국도로공사가 사고 당시 쓰러져 있었던 드럼통을 안전하게 세워 놓는 것은 시간적·장소적으로 거의 불가능하다고 보아 한국도로공사에게 도로 보존상의 하자에 따른 손해배상책임이 없다고 판단하였다(대법원 2000. 11. 28. 선고 2000다41424 판결). 이와 달리 편도 1차선 도로이고 주차금지 구역인 곳에서 도로의 75% 정도를 차지한 채 불법주차되어 있던 차량을 다른 주취운전 차량이 충돌한 사안에서, 법원은 도로의 관리자인 지방자치단체가 불법주차 차량의 운전자나 관리책임 있는 자에게 그곳으로부터의 이동을 명하거나 스스로 이를 안전한 장소로 이동시키는 등으로 그로 인한 교통방해상태를 제거하여 도로의 안전성을 회복할 의무가 있고 그것이 가능함에도 불구하고 그와 같은 조치를 취하지 않은 채 5일간이나 방치함으로써 사고방지에 필요한 방호조치 의무를 다하지 아니하였으므로, 도로 관리상의 하자가 있다고 판단하였다(대법원 2002. 9. 27. 선고 2002다15917 판결).





2.1.2 자연재해로 인한 경우

도로주행 환경에 영향을 미치는 자연재해의 대표적 사례는 강설이다. 법원은, 강설이 도로교통의 안전을 해치는 위험성의 정도나 그 시기를 예측하기 어렵고 통상 광범위한 지역에 걸쳐 일시에 나타나고 일정한 시간을 경과하면 소멸되는 일과성을 띠는 경우가 많은 점에 비하여, 이로 인하여 발생하는 도로상의 위험에 대처하기 위한 완벽한 방법으로서 도로 자체에 융설 설비를 갖추는 것은 현대의 과학기술의 수준이나 재정사정에 비추어 사실상 불가능하고 인위적으로 제설작업을 하거나 제설제를 살포하는 등의 방법을 택할 수밖에 없는데, 그러한 경우에 있어도 적설지대에 속하는 지역의 도로라든가 최저속도의 제한이 있는 고속도로 등 특수 목적을 갖고 있는 도로가 아닌 일반 보통의 도로까지도 도로관리자에게 완전한 인적, 물적 설비를 갖추고 제설작업을 하여 도로통행상의 위험을 즉시 배제하여 그 안전성을 확보하도록 하는 관리의무를 부과하는 것은 도로의 안전성의 성질에 비추어 적당하지 않고, 오히려 그러한 경우의 도로통행의 안전성은 그와 같은 위험에 대면하여 도로를 이용하는 통행자 개개인의 책임으로 확보하여야 한다고 하였다. 이러한 전제하에서, 겨울철 산간지역에 위치한 국도에 강설로 생긴 빙판을 그대로

방치하고 도로상황에 대한 경고나 위험표지판을 설치하지 않았다는 사정만으로 도로관리상의 하자가 있다고 볼 수 없고, 사고 지역에 언제 어느 정도의 눈이 내렸으며 그로 인한 노면 결빙의 정도는 어떠하였는지, 눈이 내린 후 국가가 보유한 인적물적 설비를 동원하여 위험이 높은 도로 구간부터 순차적으로 제설 및 빙판제거 작업을 실시하여 온 것인지, 눈이 내린 시기와 양, 그로 인한 도로 교통상의 위험의 정도, 국가의 빙판제거 및 제설작업 능력 등에 비추어 사고 발생 이전에 사고 지점의 빙판을 제거할 수 있는데도 이를 방치한 것은 아닌지, 사고를 전후하여 다른 많은 차량은 별다른 어려움을 겪지 않고 사고 지점을 무사히 통행하였는지, 사고 운전자의 사고 당시 운전 행위의 태양과 그 과실은 무엇인지 등에 관하여 개별적구체적으로 심리하여 본 후에 비로소 국가의 도로 관리상에 하자가 있는지 여부를 판단하여야 한다고 하였다(대법원 20900. 4. 25. 선고 99다54998 판결).

2.2 도로 설치상의 하자에 따른 책임

국가배상법 제5조 제1항에 정한 '영조물 설치·관리상의 하자'라 함은 공공의 목적에 공여된 영조물이 그 용도에 따라 통상 갖추어야 할 안전성을 갖추지 못한 상태에 있음을 말하는데, 영조물의 설치 및 관리에 있어서 항상 완전무결한 상태를 유지할 정도의 고도의 안전성을 갖추지 아니하였다고 하여 영조물의 설치 또는 관리에 하자가 있다고 단정할 수 없다. 영조물의 설치자 또는 관리자에게 부과되는 방호 조치의무는 영조물의 위험성에 비례하여 사회 통념상 일반적으로 요구되는 정도의 것을 의미하므로 영조물인 도로의 경우도 다른 생활필수시설과의 관계나 그것을 설치하고 관리하는 주체의 재정적, 인적, 물적 제약 등을 고려하여 그것을 이용하는 자의 상식적이고 질서 있는 이용방법을 기대한 상대적인 안전성을 갖추는 것으로 족하다.

법원은, 사고 지점은 편도 1차선의 고속도로로서 도로가 진행 방향에서 보아 왼쪽으로 굽은 곳이지만 도로의 구조 및 시설기준에 정하여진 최소 평면곡선반경을 훨씬 넘는 900m의 곡선반경을 갖추고 있고, 사고 지점의 도로변에 야간에 도로의 형태를 식별할 수 있는 데리네이터(delineator)와 곡선로를 표시하는 갈매기표지판이 한국도로공사에 의해 도로의 형태를 식별할 수 있는 데리네이터(delineator)와 곡선로를 표시하는 갈매기표지판이 한국도로공사의 기준에 따라 설치되어 있었으며, 사고 차량이 진행한 사고 지점 도로의 차선은 노폭이 3.6m에 달하고 차선 밖에는 약 3m에 이르는 넓은 갓길이 형성되어 있었고, 그 이전까지 사고 지점의 도로에서 유사한 사고가 발생한 적이 없었던 사안에서, 야간에 그곳을 주행하는 운전자가 전방을 주시하는 등으로 조금만 주의를 기울여서 운전한다면 사고 지점의 도로가 왼쪽으로 굽은 도로라는 사실을 쉽게 인식하여 차선을 이탈하지 아니하고 안전하게 진행할 수 있으리라고 판단되므로 위와 같은 도로 상황에서 차량의 운전자가 사고 지점에 이르러 차선을 따라 회전하지 못하고 그대로 직진하여 차선을 벗어나 약 3m나 되는 갓길마저 지나서 방음벽을 들이받으리라고 하는 것은 도로의 관리자인 한국도로공사가 통상적으로 예측할 수 없고, 따라서 한국도로공사가 그러한 사고에 대비하여 도로변에 더 많은 데리네이터나 갈매기표지판을 설치하지 아니하고 방음벽에 충격방지시설을 갖추지 아니하였다고 하여 사고 지점 도로에 설치 또는 관리의 하자가 있다고 볼 수는 없다고 하였다(대법원 2002. 8. 23. 선고 2002다9158 판결).

또한 사고 차량이 지방도 편도 1차로를 진행하던 중 좌로 굽은 커브 길에서 중앙선을 침범하여 반대편 도로를 벗어나 도로 옆 약 24m 깊이의 계곡으로 떨어진 사고에서, 법원은, 좌로 굽은 내리막 도로를 정상적으로 진행하는 차량이 중앙선을 침범하여 반대 차로 갓길 쪽으로 미끄러지는 경우는 통상적으로 상정하기 어려우므로 그러한 때를 대비하여 방호울타리를 설치하여야 한다고 보기 어렵고, 해당 사고는 당시에 비가 많이 내려 노면이 미끄러운 상태에서 승차정원이 5명인 사고 차량에 6명이나 탑승하여 시속 60km에서 70km로 중앙선을 침범해 추월 운전하다가 발생한 이례적인 사고이며, 해당 사고 장소에서 유사한 사고가 발생한 적이 있었다는 등의 자료도 없었다는 점을 들어, 해당 도로에 통상 갖추어야 할 안전성이 결여된 설치·관리상의 하자가 있다고 보기 어렵다고 하여 지방자치단체의 책임을 부정하였다(대법원 2013. 10. 24. 선고 2013다 208074 판결).



그·날·의·도·로

돈화문로에서 만나는 조선시대 왕의 길



서울의 심장부, 도심 속에서도 옛 왕의 발자취를 고스란히 간직한 돈화문로는 창덕궁의 아름다운 궁궐 정취와 종묘의 신성한 분위기를 잇는 역사적 도로이다. 돈화문로는 조선시대 왕의 길로서 특별한 의미와 스토리를 간직하고 있는데, 이 도로는 창덕궁의 정문인 돈화문에서 시작하여 종묘까지 이어지는 약 1.85km의 길로 과거 왕이 행차하던 어도(御道)였다.



역사적 배경

돈화문로는 조선 태종 5년(1405년)에 창덕궁이 건립된 이후, 조선왕조의 주요 도로망의 기준점으로 자리 잡았다. 이는 단순한 길이 아니라, 창덕궁과 종묘를 연결하며 왕권과 제례를 상징하는 중요한 축이었다. 특히 이 길은 조선시대 대로 중에서도 유일하게 당시의 폭과 형태를 그대로 유지하고 있는 도로로, 역사적 보존 가치가 매우 높다고 알려져 있다. 돈화문로는 왕이 종묘에 제사를 드리러 갈 때 사용되었으며, 외국 사신을 맞이하거나 백성들과 소통하는 장소로도 활용되었다. 어가(御駕)가 출궁할 때 백성들이 징이나 팽과리를 울리며 직접 상소할 수 있었던 곳으로, 왕과 백성 간 소통의 상징적인 공간이기도 했다.



돈화문로와 문화

돈화문로 주변은 조선시대 상업과 문화가 융성했던 지역이다. 시전 행랑(상점 거리)이 번성했으며, 국립국악원의 전신인 이왕직악부와 같은 전통 음악 기관이 자리 잡고 있었다. 오늘날에도 국악기 상점과 전통 공예점들이 이곳에 남아 있어 과거와 현재가 공존하는 독특한 분위기를 자아낸다. 또한 돈화문로는 피맛길(백성들이 고관대작들의 마차 행렬을 피해 다니던 골목길)과 순라길(순찰 경로) 등 다양한 이야기를 품고 있다. 특히 서순라길은 종묘 담장을 따라 순찰하던 길로, 지금은 역사문화탐방로로 지정되어 많은 이들이 찾고 있다.

현대 속의 돈화문로

현대에 들어서 돈화문로는 도시재생 사업을 통해 걷기 좋은 역사 탐방길로 거듭나고 있다. 서울시는 보행 환경을 개선하고 전통적 분위기를 살리기 위해 지역 상권을 활성화하고 있다. 최근까지도 돈화문로 문화축제를 개최하여 시민들에게 다양한 볼거리를 제공하고 있다. 또한, 돈화문 앞 광장은 차도와 보도의 구분을 없애 광장 형태로 조성되어 시민들에게 열린 공간으로 제공되고 있다.



흥미로운 이야기들

- ① 돈화문로는 정조대왕이 수원 화성을 향해 출발했던 장소이기도 하다. 이는 단순한 이동 경로가 아니라 왕실 의전과 관련된 중요한 행사 공간이었다.
- ② 순종 황제가 이용한 국내 최초의 자동차가 다닌 길이라는 점도 흥미롭다. 이는 근대와 전통이 교차했던 역사의 한 장면을 보여준다.
- ③ 백성들이 징이나 팽과리를 울리며 왕에게 직접 억울함을 호소할 수 있었던 격쟁(擊鐙)의 장소였다는 점에서 돈화문로는 조선시대 민주적 소통 공간으로서도 의미가 깊다.

돈화문로는 단순히 창덕궁에서 종묘까지 이어지는 도로를 넘어, 조선시대 왕조의 권위와 백성과의 소통, 그리고 문화적 융성을 상징하는 중요한 공간이다. 오늘날에도 돈화문로는 과거의 흔적을 간직하며 현대 서울 시민들에게 역사와 전통을 체험할 수 있는 특별한 장소를 제공한다. 🇰🇷

출처 및 참고자료: ©서울한옥포털,
©서울특별시, ©서울연구데이터서비스

노량해전 바다에 일본 기술과 자본으로 놓인 남해대교

이영천 | 작가

이 다리를 보면 안타까움과 함께 하나의 문구가 떠오른다. “(차라리) 하지 않는 편을 택하겠습니다(I would prefer not to).” 허먼 멜빌의 소설 『필경사 바틀비(Bartleby, the Scrivener)』에 나오는 말이다. 붉은 옷을 입은 이 다리는 ‘당시의 우리는 꼭 그랬어야만 했을까?’하고 자문하게 만든다. 우리 자유의지를 무엇으로 담보해 낼지 충분한 고민마저 없었던 어리석은 행위라 생각한다. 노량해협을 건너는 남해대교 이야기다.

우리나라 최초 현수교는 1973년 5월 춘천에 들어선 등선교(登仙橋)로, 철거되어 사라지고 없다. 두 번째가 남해대교다. 1968년 5월 10일 착공하여 1973년 6월 20일 완공된다. 총길이 660m(128 + 404 + 128)다. 남해군과 하동군에 각각 위치한 ‘노량리’를 서로 연결하는 다리다. 준공 당시 아시아 최대 현수교였다. 남해안을 대표하는 상징물(Land mark)로 이곳을 찾는 관광객은 모두 이 다리를 배경으로 사진을 찍곤 했었다. 모양과 색깔도 샌프란시스코金門교와 유사하다.

이웃한 광양만엔 우리나라 최대 현수교인 이순신대교가 있다. 1,545m 주경간은 이순신 장군 탄생 연도의 상징이다. 두 다리가 위치한 곳은 정유재란 최후 격전지였다. 바로 ‘순천 예교성(曳橋城) 전투와 노량(관음포)해전’이다.



남해대교 개통(1973. 06. 22.) 당시 전경. ©e영상역사관

정유재란 최후의 전투

정유년 9월, 명량에서 참패를 당한 왜군은 전략을 바꿔 순천에서 울산까지 열 지어 왜성을 쌓고 주둔하며 농성을 벌인다. 고니시 유키나가가 쌓은 순천 왜성은 철옹성이다. 5층 천수각과 각진 내외성을 몇 겹으로 둘러쌌다. 성안 왜군은 1만 3천이다. 배는 500척이고, 군량은 1년을 버틸 만하다. 탄약과 총포도 부지기수다.

조선 수군은 1598년 2월 고금도로 통제영을 옮긴다. 고니시를 잡기 위해서다. 조명연합군은 7월 사로병진 작전을 세운다. 순천에는 유정의 서로군(西路軍)과 진린이 이끄는 수로군(水路軍)이다. 그 사이 이순신 장군이 홍양 절이도에서 큰 전과를 올린다.

도요토미가 죽고, 유언에 따라 철군이 결정된다. 명나라는 이 사실을 알았다. 전쟁을 계속할 이유가 없다. 총사령관 유정은 순천에 도착해 검단산성을 군영으로 삼는다. 군사 3만 6천이다. 그는 싸울 마음이 없다. 고니시와 강화하려 한다. 이순신과 진린은 여러 차례 순천왜성을 공격하나, 육군의 협력이 없어 큰 소득을 얻지 못한다.



정유재란 당시 서로군 본영이었던 검단산성. ©국가유산청

10월부터 고니시가 유정에게 철군할 바다를 열어 달라 뇌물로 회유한다. 광양만 바다를 장악한 수군도 회유한다. 진린이 뇌물에 넘어간다. 11월 14일, 왜 통신선 한 척을 남해 왜성으로 통과시켜 준다. 고니시가 순천왜성에 고립되어 있다는 소식이 전해진다. 구원군이 올 것이다. 왜적을 좌우에서 맞을 수는 없다. 노량 바다에서 구원군을 격퇴하여 고니시 퇴로를 차단해야 한다. 불가피한 조치다.

11월 18일 이순신 장군은 출진을 결정한다. 진린도 마지못해 출진한다. 조선 수군은 관음포에, 진린은 곤양 죽도(현 하동군 금남면 대도리로 추정)에 맞을 내린다. 조명연합군은 군선 470척에 군사 1만 5천이다. 왜는 시마즈 요시히로를 총대장으로 고성의 다치바라 무네토라, 부산의 테라자와 마사시케, 남해의 소 요시토시가 이끄는 500척 병선에 1만 병력이다.



남해군 관음포 주변 이순신 장군 순국 공원. ©남해군청

19일 새벽, 짙은 어둠 속으로 적선이 나타난다. 적이 광양만 쪽으로 들어오자 조명연합군이 각종 대포를 쏘아댄다. 총통과 불썰, 불화살로 북서풍을 이용해 화공을 편다. 적이 관음포로 도망친다. 도망치는 적선에 수없이 불화살을 쏜다. 불길이 밤하늘을 밝혀, 관음포가 대낮 같다. 적선 100여 척이 전라좌수영과 남해 섬 사이로 도망친다. 이순신 장군이 추격한다. 절반쯤 불태우고 부싷을 때, 왼쪽 가슴이 뜨겁하다. 군관들에게 “전투가 끝나기 전까지 내 죽음을 알리지 말라”고 한다.

한일협정과 청구권자금

1960년대 중반, 미국은 박정희에게 일본과 관계 개선을 요구한다. 소련과 중국을 견제하려는 그들의 동아시아 전략이다. 한일협정이 미국의 압박에 의한 것이라는 합리적인 의문이 드는 대목이다. 1965년 박정희는 기꺼이 이에 응한다.

계엄령으로 반대하는 시민들을 겁박한다. 2004년 민족문제연구소가 공개한 미국 정보부(CIA) 기밀문서(1966.03.18 보고서)에, 박정희는 1961~65년까지 일본 6개 기업으로부터 6,600만 불의 정치자금을 받은 것으로 기록되어 있다. 한일협정은 이런 배경에서 체결된다. 쿠데타를 일으킨 세력이 저지른 폭거다. 굴욕적인 협정을 통해 50여 년(1895~1945)간 당해온 수탈과 모욕, 빼앗긴 민족정기마저 헐값에 넘겨버린 꼴이다.

일본은 불법적인 식민 지배를 인정하지도, 그에 상응하는 어떤 배상이나 보상도 치르지 않았다. 아니 처음부터 그럴 생각조차 없다. 남북이 분단되었고, 보상에 대한 관련 국제협약 등에 유효한 조항이 없다는 핑계를 댄다. 싸구려 ‘청구권자금’을 제공하는 선에서 매듭짓고 만다.



한일협정에 대한 비판이 거세지자 정부가 개최한 설명회(1965.06.22.) ©영성역사관

3억 달러 무상자금(일본 생산물 및 일본인의 용역을 협정체결일로부터 10년에 걸쳐 무상제공)과 2억 달러의 장기 차관(산업시설과 기계류 등을 공공차관으로 연리 3.5% 7년 거치 13년 분할상환), 3억 달러 이상의 상업차관(어업협력자금 9천만 달러와 선박 도입 자금 3천만 달러 포함)을 공여하는 수준에서 마무리되고 만다.

이 자금의 활용마저 일본 전범 기업이 우리를 기술과 자본으로 얹어매는 장치로 작동한다. 수십 년 이어진 한일 무역 불균형과 기술종속의 시발점이다. 더 큰 문제는, 모순된 한일협정이 지금도 정용과 위안부, 근로정신대 문제 등에서 걸림돌로 작용하고 있다는 점이다. 근본적으로 역사를 왜곡하는 일본의 뻔뻔한 태도가 문제이나, 형식에 있어선 잘못 체결된 협정도 큰 몫을 한다. 한일 간 아픈 역사가 해결치유되지 못 하게 막아서는 도구로 쓰인다. 그런 점에서 한일협정은 굴욕적인 흥정에 불과했다.

노랑해전 격전지에 일본 기술이

남해 섬의 애로사항이 점차 커진다. 노랑을 흐르는 거센 물살이 육지로 물류와 이음을 방해한다. 타당성 조사가 이뤄진다. 1966년 남해대교 타당성 조사와 설계에 일본 기술진이 깊숙이 개입한다. 현수교 주요 부재의 공급처가 일본기업으로 예정되었기 때문이다. 일본 조사단과 공동으로 타당성 조사가 이뤄진다. 그들은 지형지질수삼조류 등 자연 여건을 고려, 초 장대교량이 경제적 타당성을 갖는 것으로 분석한다. 이를 근거로 우리 기업이 설계한 주탑 위치 및 경간 등 주요 내용이 변경된다.



하늘에서 본 남해대교. ©남해군청

실시설계는 착공 6개월 후인 1968년 11월에 완료된다. 남해대교 설계에 일본기업이 깊숙이 개입한다. 이들은 경간 400m가 넘는 현수교를 제시한다. 당시 아시아 최대 현수교는 경간 366m의 일본 와키토대교였다. 이들이 설계실적을 쌓기 위해 남해대교를 연습용으로 이용한 것이 아닌가 하는 합리적 의심이 든다. 남해대교를 바탕으로 경간 712m의 간문교를 1973년 11월에 개통시키기 때문이다.

주요 부재는 청구권자금으로

급기야 굴욕적으로 얻어 온 청구권자금으로 남해대교가 만들어진다. 현수교에서 가장 중요한 부재는 모두 일본 제품이다. 총사업비 17.59억 원 중 7.64억 원(218.6만\$)에 해당하는 현물이다. 전범 기업인 신

일본제철과 교량에 특화된 IHI의 전신인 이시가와중공업에서 만든 자재들이다. 1970년 8월부터 완공 때까지 공정에 따라 순차적으로 공급이 이뤄진다.

강재 주탑(430.76M/T = Metric Ton)과 주 케이블(504.838M/T), 보강 형(1,848M/T)과 앵커리지(452.162M/T)를 포함하여 붉은 주탑용 도장페인트(11.593M/T)는 물론이고, 주 케이블 가설을 위한 임시시설인 캐트-워크 로프(37.7 M/T)까지 들어온다. 총사업비의 43.43%에 해당하는 현물이다. 이뿐만 아니다. 공사에 필요한 250톤급 해상 기중기와 1,200마력 예인선을 포함한 19종 장비도 일본 것을 빌려다 공사한다. 우리가 자체 조달한 재료와 부재는 시멘트와 보조철강재뿐이다. 일본 기술에 기대고 일본 자재를 가져다 우리는 사실상 조립만 한 셈이다.



바다를 건너는 붉은 현수교, 남해대교의 위용. ©남해군청

그나마 우리 기업이 시공을 맡은 것을 다행이라 여겨야 하나? 남해대교를 시작으로, 우리 초장대교량 기술이 일취월장하는 계기가 된 것은 주지의 사실이다. 우리 교량 기술이 비약적으로 발전한다. 세계에서 유려한 초장대교량 기술을 뽑내고 있는 바탕엔, 분명 남해대교가 있었음을 부인하진 않는다. 그 러함에도 꼭 묻고 싶은 말은 있다.

남해대교가 놓인 곳은 임진왜란과 정유재란 7년 전쟁을 끝마친 유서 깊은 곳이다. 특히 이순신 장군이 최후를 맞이한 곳이기도 하다. 다리는 섬을 육지와 이어주는 의미 있는 일이지만, 기술은 물론 굳이 식민지 피해보상으로 받은 돈과 자재까지 써 가면서 건설해야 했는지는 의문이다. ‘차라리 아무것도 하지 않는 편을 택할 수는 없었을까? 그것이 훨씬 더 떳떳해 보인다. 더구나 기술과 자본의 굴욕적인 종속을 감내해 가면서까지 말이다. 노랑해협을 흐르는 맑은 바다는 무어라 말할까? 나라를 지키기 위해 바다에 원혼을 묻은 수많은 조선 수군은, 도대체 어떤 심정일까? 🇰🇷

미군정의 도로(6)

길의 역사 26편

미군정 시절 도로사업, 한국 도로 근대화의 첫걸음

1945년 광복 이후 한반도의 도로 상황은 매우 열악했다. 총 도로 연장은 24,031km에 불과했고, 대부분이 자갈길로 포장률은 0.026%였다. 일제강점기 도로는 주로 군사적 목적과 경제 수탈을 위해 건설되었으며, 광복 당시에는 전쟁의 여파로 황폐화된 상태였다.

미군정의 도로사업 시작

미군정(1945~1948)은 한국 도로 인프라 복구와 현대화를 위한 첫 시도였다. 미군정은 상무부 토목국을 토목부로 승격시키고, 도로국을 설치해 도로 개수와 정비를 담당했다. 부평에 중기사업소를 설치해 현대식 장비를 유지관리하며, 각지에 국도사업소를 설립해 도로 행정체계를 구축했다.

서울-부산 국도 포장공사

미군정의 대표적 사업은 서울-부산 간 국도(1호선) 포장공사였다. 1946년 경기도 시흥에서 시작된 이 공사는 국내 최초의 대규모 아스팔트 포장 작업으로, 미군이 기술을 직접 지도하며 진행되었다. 총공사비는 1억 300만 원, 동원 인력은 85만 명에 달했다. 이 계기로 우리나라 도로건설 기술 발전의 기반이 되었다.

교량 및 구조물 정비

미군정은 교량 건설에도 힘썼다. 금강 상류의 양강교, 안동 낙동강 상류의 법흥교, 합천 남강 상류의 남정교 등 주요 교량들이 이 시기에 완성되었다. 특히 철근 콘크리트 말뚝을 기초로 사용한 교량들은 당시 국내 기술 수준을 크게 향상시켰다.

미군정 도로사업의 유산

미군정 기간 동안 도로 연장은 약 1,152km 증가했으나, 이는 실측 차이에 따른 결과였다. 실제로는 서울-부산 국도 보수와 주요 교량 건설에 주력했다. 미군정은 현대적 장비와 기술을 소개하며 국내 기술자 양성에 기여했고, 이후 한국 정부가 본격적인 도로 정책을 수립하는 데 중요한 기반을 제공했다.

짧았던 미군정 시기는 한국 도로산업의 근대화의 첫걸음을 내딛는 중요한 시점이었으며, 오늘날 우리가 누리는 도로 인프라의 시작점이 되었다. 🇺🇸



참고자료

도로백서(2003), 한국민족문화대백과사전, 국토해양부(2011)

(다음 호에 계속) 6.25동란 전·후의 도로정비(7) - 길의 역사 27편



문화예술 속 교량의 미학

문학 (시, 수필, 소설), **미술** (회화, 조소, 공예, 영상), **공연** (연극, 영화, 음악, 무용, 축제)
작품 속 교량의 미학적 가치를 찾아서

문화예술(文化藝術)은 문화와 예술을 융합한 복합어이다. 문화라고만 하기에는 범위가 너무 넓고, 예술이라고 하기에는 너무 좁기에 문화와 예술을 융합하여 예술 활동이 있는 문화를 나타내는 것이다. 문화예술은 문학, 영상, 공연, 전통, 음악 등 예술 및 문화 활동 모두를 포함한다.

[출처: 위키백과]



문지영 | 작가
 외교, 예술학학사, 조경학석사, 공학박사
 (sieyoungmoon@gmail.com)

저자 문지영은 글 쓰는 작가이자 그림을 그리는 화가로 활동 중이다. 대표 저술서로는 ■ 내려놓기(2022년, 교보eBook 전자책) ■ 상상 그 이상, 조선시대 교량의 비밀(2012년 초판, 2022년 초판3쇄, 2013년 문화체육관광부 우수학술도서 선정) ■ 미학적으로 교량보기(2014년 초판, 2015년 대한민국학술원 우수학술도서 자연과학부문 선정, 2014년 대한토목학회 저술상 수상) ■ 자연과 문명의 조화, 토목공학(2015년 초판 공저, 2018년 개정판 공저, 초판3쇄+2판3쇄, 2016년 대한민국학술원 우수학술도서 자연과학부문 선정) ■ 숫자로 보는 대한토목학회 70년(토목 70년(1951-2021), 그리고...) (2021년 공저, e-book+paper book) ■ 내가 사랑한 디노베이터 Design Innovator I loved(2020년 공저) ■ 서울대학교 토목공학의 100년 돌아보기(2016년 공저) ■ 생각을 말해보(2015년 공저) ■ 현대 경관을 보는 열두 가지 시선(2006년 공저) 등이 있으며, ■ 토목기술사의 비밀노트(2024년, 2024년 대한토목학회 저술상 수상), ■ 토목, 인생, 무엇이 궁금해?(2023년 초판, 2023년 대한토목학회 저술상 수상), ■ 다리 구조 교과서(2017년)는 감수를 했다. 유튜브 <나답게: 토목과 디자인 그리고 조경의 경계를 넘나드는 삶(2022년)> 영상에 보다 자세한 저자 소개를 담았다. ❶ 2023년 봄호부터 시작한 본 도로교통저널 <문화예술 속 교량의 미학> 연재에 이어, ❷ 2024년 3월부터 대한토목학회 학회지에 <문화예술 속 토목구조물의 미학>을 매달 기고하고 있다. ❸ 2024년 6월부터는 한국터널지하공간학회 학회지에 <문화예술 산책> 제목으로 연재하고 있다.

제9편 쉼다리

2025년 봄호

‘쉼다리’는 ‘흙다리, 토교(土橋)’라고도 불리는 다리이다. 쉼다리는 쉼과 다리의 복합어로, ‘쉼’은 쉼나무의 준말이며, 잎나 무릇나무·물거리나무·참나무·소나무 따위를 통칭한다. 쉼나무(쉼)를 엮어서 만들어 놓은 다리인 쉼다리는 강물(혹은 냇물, 하천)의 수심이 알아지는 10월 혹은 11월경, 대개 가을걷이가 끝난 후, 주민들의 손으로 직접 만들어진다. 나뭇배로 이동하기 어려운 겨울을 나기 위한 준비이기도 하다. 비가 많이 내리는 여름 우수기(장마) 때 자연적으로 다리가 무너지기도 혹은 그 이전에 보행자의 안전을 위해 미리 철거하기도 한다. 가설했다가 철거했다가 다시 가설하기를 반복하는 다리인 쉼다리는 튼튼한 돌다리(석교) 혹은 철근-콘크리트 교량과 같은 영구불변(靈樞不變)의 다리가 아니라는 데 큰 특징이 있다. 따라서 흙자는 쉼다리를 ‘이별다리’라고도 부른다. 자연의 재료로 자연에 가깝게 만들어졌다가 때가 되면 다시 자연으로 돌아가는 친자연·친환경적인 다리이다. 때로는 철거한 일부 목재를 다음 해에 다시 사용하기도 한다.



〈그림1〉, 〈그림2〉 판운 쉼다리 (출처: 한국관광공사 홈페이지)

강원도 영월군 주천면 판운리 쉼다리마을에 놓인 ‘판운 쉼다리’는 총길이(연장) 약 70m, 한두 사람이 지나다닐 정도의 교면(교량 상판) 폭과 Y자형 다릿발(교각)로 구성 된다. 다릿발을 연결해서 고정하는 나무(보)를 ‘머그미, 머기미’라고 하고, 상판을 덮는 길고 굵은 나무를 ‘열모, 널래’라고 부른다. 본 쉼다리를 이용하기 전 안전 수칙이 입간판으로 설치되었다. 내용은 <①다리를 건널 때에는 뛰거나 장난을 삼가시오. ②야간(18시 이후)과 기상악화 시 통행금지. ③단체로 동시에 이동하지 말기. ④노약자와 어린이는 항상 보호자를 동반하여 통행하라. ⑤음주 후 통행을 삼가고, 쓰레기 투기를 금한다. ⑥기타 안전사고 발생 시 책임은 본인에게 있으므로 주의하시오.>로 요약정리할 수 있다.

쉼다리의 물리적인 형태와 특징에 기반한 안전 수칙이므로 따르지 않으면 사고로 이어질 가능성이 높을 것이다. 이용자들을 위해 상세하게 알려 놓았으니 이를 칭찬한다.

쌍다리노래



〈그림3〉, 〈그림4〉 판운 쉼다리 (출처: 한국관광공사 홈페이지)



〈그림5〉 주천강 쌍쉼다리 (출처: 강릉공지 사진여행)

우측의 「쌍다리노래」는 주천강 쌍쉼다리를 놓을 때 불렀다. “강원도 관찰사가 장릉을 참배할 때 강을 편히 건널 수 있도록 쌍다리(=쌍쉼다리)를 놓는다.”는 내용이 들어 있다. 쉼다리의 재료와 쉼다리 놓는 과정을 성(性)에 빗대어 표현하는 것이 특징이다. 선소리꾼이 선소리를 메기면 후창자들이 “에헤라 쌍다리요.”로 받는다.¹⁾

“에헤라 쌍다리요// 다리 노려 어서 오게/ 다리 노려 바빠 오게// 다리 노려 모두 가세/ 다리를 노려 같이 가세// 장릉 알현 귀한 길의/ 강원감사 그 행차가// 편안히 건느도록/ 감사 다리 놓아 주세// 무사하게 건느도록/ 쌍다리 놓아 주게// 나무꾼은 나무 베고/ 장정은 다리 놓고// 아낙네는 음식 날려/ 모두 나와 다리 놓세// 마을 다리는 외다리요/ 감사 다리는 쌍다리는// 다리밭도 두 다리요/ 님의 다리 두 다리니/ 에헤는 쌍다리요/ 님의 다리 다 두리요/ 내 다리도 두 다리니// 세상 사람 하나같이/ 다리 위를 좋아하니// 발 안 빼고 건너가니/ 뉘라서 싫어하리// 누운 다리 좋으시고/ 자빠진 다리 싫찮으나// 이 다리는 아니 되지/ 감사 행차 어이하꼬// 다리밭을 박아 보세/ 곳곳하게 바로 박자// 물살에 넘어질라/ 튼튼하게 잡박아라// 쌍다리의 조화이지/ 모두 다 알것마는// 다리밭을 헛박아서/ 무자식을 한탄하네// 덕원이를 얹어 주게/ 덕원이를 끼워 주게// 고대광실 양반집의/ 큰 도리를 올리듯이// 조심하여 올려 주게/ 탄탄하게 끼워 주게// 덕원이가 빠지면/ 이 다리는 쓰러지니// 왕릉 알현 감사 일행/ 건느지 못하리니// 외로웠던 대왕 혼령/ 섭섭하게 여기리라// 다리밭과 덕원이에/ 썰기를 박아 주게// 흔들리지 아니하게/ 뽕듯하게 박아 주게// 박는 것은 무엇이냐/ 뽕듯해야 하느니라// 다리 밟아 얹어 주게/ 다리 밟아 걸어 주게// 산수절경 좋은 터에/ 풍류 정자 지을 적에// 덕원이에 잘 걸어서/ 안 빠지게 잘 걸이라// 다리 밟아 튕거지면/ 감사 발목 빠지리니// 이 아니 큰일인가/ 공들여 잘 걸이라// 솔갑을 찍어 오게/ 솔갑을 날라 오게// 솔갑을 깔아 주세/ 솔갑을 잘 깔아라// 원앙금침 요 깔듯이/ 반듯하게 고루 깔세// 지붕 위의 이영 잇듯/ 고루고루 깔아 주게// 흙을 지세 흙을 지세/ 모두 나와 흙을 지세// 너는 두 짐 나도 한 짐/ 모두 함께 흙을 지세// 두껍게 저부어라/ 골고루 퍼 주어라// 첫날밤에 이불 퍼듯/ 반듯하게 퍼 주어라// 바자를 엮어 오게/ 짜리바자 틀어 주게// 너 내 다리 비꼬듯이/ 찰싹 붙여 잘 틀어라// 고대 누각 난간같이/ 새 신방에 병풍 치듯// 바자난간 잘 세워서/ 바람 막고 재난각세// 다리를 놓았구나/ 쌍다리를 놓였구나// 감사 행차 쌍다리나/ 이불 속에 쌍다리나// 쌍다리는 일반이라/ 뉘라서 싫어하리// 일꾼들은 땀 흘리고/ 다리 밑엔 물 흐른다// 에헤라 쌍다리요.”

1) 출처: 한국학중앙연구원-향토문화전자대전
www.grandculture.net/yeongwol

조선 후기의 화가 이재관(李在寬, 1783(정조 7년)~1837년)의 《귀어도(歸漁圖)》(그림6)는 〈소당화첩(小塘畵帖)〉 8폭의 그림 중 여섯 번째 작품이다. 화면 좌측에는 무성한 소나무 군에 둘러싸여 있는 초가집이 보인다. 먹의 농담으로 표현한 다양한 수목 식재를 통해 유추해 보건데, 꽤 자연 친화적인 주거환경임을 알 수 있다. 굵고 진하게 그려진 튼튼해 보이는 교각의 쉼다리 초입에는 망태기를 매고 물고기를 낚고 있는 어부(漁夫)가 그려졌다. 쉼다리 형상으로만 보면 교각 사이사이에 교각을

하나씩 더 놓고 교면을 보다 평평하게 조정하면 구조적 실용적 측면에서 더욱 안정적일 것 같다. 저 멀리 원경(遠景)의 하늘 중앙에는 황하니 크고 둥근 달이 떴다. 하루의 노동을 마치고 귀가하는 이의 발걸음을 재촉하게 만드는 포근하고 은은한 달빛이 화면 밖으로까지 느껴진다. 사립문 바로 앞에서 검둥이 강아지가 꼬리를 흔들며 주인을 반기고 있다. 화폭의 전체적인 이야기 전개에 근거리의 쉼다리까지 더해져서 전체적으로 따뜻한 기운이 전해진다.



〈그림6〉《귀어도(歸漁圖)》, 이재관(李在寬), 33.5 x 26.6cm, 수묵담채화, 1837년, 개인소장



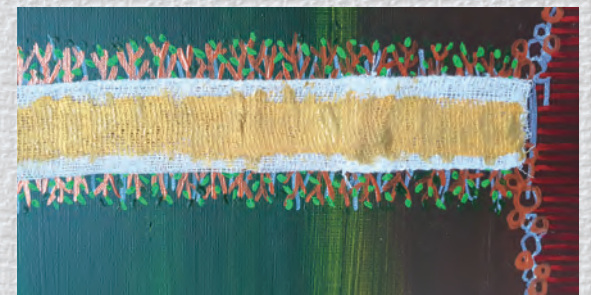
〈그림7〉《설중귀려도(雪中歸驢圖)》, 김명국(金明國), 55.0 x 101.7cm, 삼베에 담채화, 조선시대 17세기 중엽, 국립중앙박물관

조선 중기 화가인 연담(蓮潭) 김명국(金命國)(1600?~1660?년)이 그린 《설중귀려도(雪中歸驢圖)》(그림7)에서는 어둠이 채 가시지 않은 겨울 눈 덮인 새벽녘에 사립문 앞에서 남편을 전송하는 아낙네(내인; 內人)와 뒤를 돌아보며 길을 떠나는 나귀를 탄 선비(남편)의 송별(送別) 장면이 일린다. 쉼다리 위에서 종자(從者)가 고사(高士, 나귀 탄 선비)의 길에 앞장서고 있다.



〈그림8〉《목동귀가(牧童歸家)》, 김홍도(金弘道), 25.3 x 34.0cm, 수묵담채화, 19세기 초, 개인소장

조선 후기의 풍속 화가 단원(檀園) 김홍도(金弘道, 1745?~1806?년)의 《목동귀가(牧童歸家)》(그림8)에도 쉼다리가 근경(近景)에 놓였다. 크고 무거운 소를 타고 목동이 쉼다리 위를 이동하는 중이다. 다리 아래로 떨어질까 위태로울 법도 한데, 화면 속 들녘의 여러 겹 수평(水平) 구도(構圖) 때문인지 아슬아슬함보다는 평온함이 느껴진다. 목동(牧童)이 하루의 일을 마치고 집으로 돌아가는 귀가(歸家)도(圖) 주제와 딱 맞는 나른함과 여유가 가득한 그림이다.



〈그림9〉《쉼다리 (1)》부분 (©문지영 작품)



〈그림10〉《호계삼소(虎溪三笑)》, 최북(崔北), 21.0 x 29.7cm, 건본담채화, 조선 후기, 간송미술문화재단

세 명이 삼각구도를 형성하며 쉼다리 위에서 담소를 나누는 모습을 그린 최북(崔北, 1712~1760년)의 《호계삼소(虎溪三笑)》(그림10), 쉼다리 위 각각의 인물에게 자연스럽게 눈이 간다. '호계(虎溪)'란 '개울가에서 세 사람이 웃는다.'라는 뜻으로, 유(儒)·불(佛)·도(道=仙)의 진리가 그 근본에 있어 하나(單一)라는 걸 상징하는 단어이다. 유교(儒敎), 불교(佛敎), 도교(道敎)를 상징하는 세 명의 성인(聖人)이 쉼다리 위에서 이야기를 나누며 웃고 있는(삼소: 三笑, 상징성(象徵性)이 가득 담긴 그림이라는 해석이 가능하다. 서로 다른 세 종교가 그 근본은 하나이더라도 외형은 각기 다르니, 자칫 위태로워 보일 수도 있다. 좁은 교량(교량 폭)의 다리 위에서 단 한 발만 잘못 내딛어도 교량 하부로 낙하할지도 모르는 상황에서 이들 세 명은 태연하게 웃고 있다. 이미 도(道, 초탈, 지극, 선)를 터득한 자들의 여유 있는 모습이다.

아래는 필자의 작품으로, 좌측부터 ①곧은 선형의 쉼다리(그림11), ②곡선형 쉼다리(그림12), ③사선형 쉼다리(그림13)를 그려보았다. 독자분들은 어떤 다리를 건너보고 싶으신지 묻고 싶다. 실재 다리 가설 현장에서는 최소 연장의, 유속이 완만하며, 하부 지반이 안정화된 지점에 교각을 놓고 상판을 올리는 합리적·이성적인 방향으로 진행될 것이긴 하다.



〈그림11~13〉《쉼다리 (1), (2), (3)》, 2025년, 캔버스에 아크릴화, 작품당 22.0 X 27.0cm (©문지영 작품)



〈그림14〉제2회 동강 쉼다리 축제 포스터
(출처: <https://ywpark.tistory.com>)

과거에는 일상의 생활을 위해 설치된 쉼다리가 오늘날에는 '지역 축제'(제00회 영월 판운 쉼다리 문화축제, 동짓날! 영월 쉼다리 놀기 놀이 행사, 영월 쉼다리 놀기 놀이, 다하누촌 쌍쉼다리 재현 축제, 제00회 영월 쌍쉼다리 마을 전통 한마당, 동강 쉼다리 축제 등) 및 '현장 체험'(다리놀이, 전통 쉼다리 밟기, 전통 쉼다리 건너기 등) 활동의 일부로도 자리매김하고 있다. '쉼다리 사진 촬영대회'(판운리 쉼다리 사진 촬영대회, 정월 대보름 쉼다리 촬영대회 등) 개최를 통해 쉼다리의 아름다움을 널리 알리기도 하고, 쉼다리 부근에서 (일명) 문화콘서트를 열어서 지역의 명물로 '쉼다리'를 자리매김하려는 노력도 엿보인다. 손이 많이 가지만 각별한 관심과 관리를 통해 (우리의) 전통문화를 계승하려는 의지도 읽을 수 있다.



〈그림15〉2022년 제3회 판운 쉼다리 문화축제
(출처: 영월인 <http://www.ywmedia.kr>)

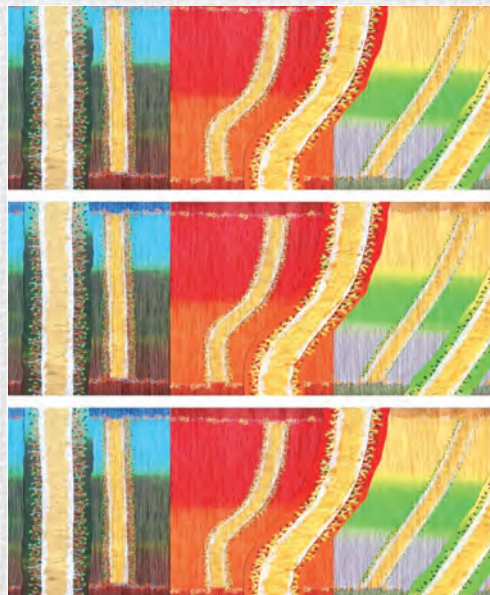
관광 콘텐츠로서의 쉼다리

과거 영월 주민들의 일상 속, 한 부분이었던 쉼다리는 현대의 새로운 관광자원으로 떠오르고 있다. 영월을 시작으로 정선, 경상남도 함양군, 경상북도 김천시, 전라북도 무주군, 충청북도 괴산군 등 전국 다양한 지역에서 쉼다리를 복원하고 있고, 지역 축제에서 쉼다리 놀기 행사를 진행하는 사례도 보인다. 영월군은 2003년 쌍쉼다리축제를 시작으로 해마다 쉼다리와 관련하여 축제를 개최하고 있으며, 영월 동강축제, 단종문화제 등 지역의 굵직한 축제 때마다 쉼다리 건너기 체험 행사를 진행하고 있다. 2021년 제45회 단종문화제에서는 동강에 국내에서 가장 긴 250m 쉼다리를 놓아 장관을 연출하기도 하였다. 최근에는 타 지역으로 쉼다리 문화를 전파하는 데에도 앞장서고 있는데, 판운리청년회가 전라북도 전주시의 전주천 여울목 쉼다리 놀기 사업에 자문 역할을 맡았던 것이 한 사례이다. 이처럼 지역의 문화와 경계를 살리고 지역 공동체의 새로운 지평을 여는 방안으로 지역문화콘텐츠를 발굴하는 것이 점점 더 중요시되고 있다. 나무와 쉼, 휴만으로 만들어졌지만, 황소가 지나가도 주저앉지 않는다는 쉼다리는 선조들의 지혜가 녹아 있는 문화유산이다. 게다가 동강을 배경으로 한 쉼다리의 고즈넉한 풍경은 도시 문명의 속도와 번잡함에 지친 사람들의 마음을 사로잡는다. 해마다 쉼다리를 새로 놓는 일은 지역공동체가 하나로 뭉칠 수 있는 구심점으로 작동할 수도 있다는 점에서도 그 중요성이 적지 않다. 이제는 이처럼 영월 특유의 민속인 쉼다리를 기반으로 한 미래지향적 콘텐츠를 발굴, 기획, 생산, 유통할 방법을 통합적으로 고민해야 할 때이다.

출처: 한국학중앙연구원·향토문화전자대전
<https://www.grandculture.net/yeongwol>



〈그림16〉섬다리
(출처: 『악해지지 마』, 시바타 도요, 2010년, pp.118-119)



〈그림17〉《섬다리 (1), (2), (3)》 재구성 (©문지영 작품)

섬다리를 추억하며

신순임

시심 고운 시인님 만나러 간 영월에서
새마을 운동이 가져간 섬다리 만났네
새삼 소쿠리 인 엄마 긴 치맛자락 뒤
막걸리 주전자 들고 종종걸음치다가
강 중간 뺨 뚫린 구멍으로 덜 마른 소깍¹⁾
불그죽죽한 다리 날개 마구 흔들려
오도 가도 못 하던 유년 불러내어
다릿발 울리도록 쿵쿵 끌려본다
도깨비²⁾에 홀린 종숙부 밤새 산천 헤맨 사연
흙 내음 퍼다 비린내 바꾸던 오일장 풍경
낮달 세수시키고도 말간 개울물 헤집고 나와
여울목 걸려 조각조각 난 그리움 짜 맞추어
구부러진 섬다리 등판에서 나비춤 추는데
낡은 시간 속 그 아이
아슴푸레한 얼굴들 더듬는 추억여행
미간에다 섬다리 하나 다시 놓네

1) 술가지
2) 도깨비

하진우

섬다리

청송에 맑은 강물
섬나무 다리 세워

소식을 머리고
마을에 전해주니

역사적

섬다리 전설
전통 지킨 민속촌

역사로 모래성을
옆 마을 이어준 길

섬다리 마을 이름
뜻만큼 역사 속에

전통을
지어진 마을
강물처럼 말없네

“떠나야 할 때를 안다는 것은 슬픈 일이다. / 잊어야 할 때를 안다는 것은 슬픈 일이다.” 나태주 시인의 〈떠나야 할 때는〉시 첫 구절에 나오는 문장이다. “안녕은 영원한 헤어짐은 아니겠지요. / 다시 만나기 위한 약속일 거야. / 함께했던 시간은 이제 추억으로 남기고 / 서로 가야 할 길 찾아서 떠나야 해요.”는 015B의 노래 〈이젠 안녕〉속 가사이고, 섬다리는 ‘만남’과 ‘이별’이 공존하는 다리이다. ‘가설(만남)’ 후 ‘철거(이별)’가 따라온다. 숙명이다. 만남은 이별을 약속하고, 이별은 다시 만남을 약속한다. “회자정리(會者定離) 거자필반(去者必返)”, ‘만난 것은 헤어지게 되고, 떠난 것은 꼭(반드시) 돌아온다.’ 불교(佛敎)의 경전(經典) 법화경(法華經)에 나오는 문구와도 똑 닮았다. 만남과 이별, 그 사이에는 우리들의 ‘추억’이 쌓여만 간다. 옛 다리(섬다리)의 ‘전통’을 지키고자 애쓰는 우리들의 따뜻한 마음도 오늘날까지 이어지고 있다. 🇰🇷



제주에서 가장 긴 해안 드라이브 코스 제주해맞이 해안도로

허준성 | 여행작가

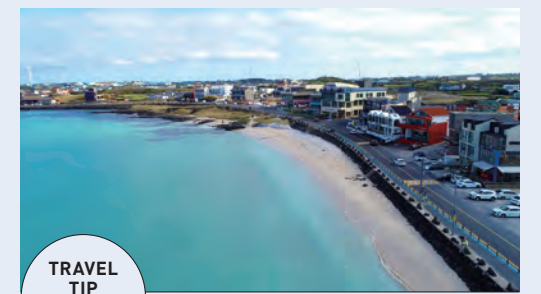
제주에서 가장 길고 아름다운 드라이브 코스로 자부하는 곳이다. 최근 제주여행의 핫플로 인기를 끌고 있는 동부, 김녕해수욕장에서 성산일출봉으로 이어지는 약 30km의 해안도로 정식 명칭이 '해맞이 해안도로'이다. 바다에서 떠오르는 일출을 볼 수 있는 동쪽을 끼고 있어서 해맞이 코스라고 부르지만, 사실 하루 언제 가도 찐 멋진 풍광을 선사하는 해안도로이다. 해맞이 드라이브 코스를 모두 달리고 나면, 제주에서 놀러왔어 살고 싶은 생각이 깊어질 정도로 제주를 사랑하게 만드는 코스.



에메랄드바다가 손짓하는 김녕 & 월정해수욕장

해맞이 해안도로 드라이브는 공항에서 가까운 김녕해수욕장에서 시작하게 된다. 제주도 어느 해수욕장보다 에메랄드빛이 고운 김녕해수욕장은 모래가 곱고 수심이 적당해서 가족 단위 물놀이에 빛을 발한다. 한여름에도 사람들이 붐비지 않아 스노클링이나 SUP 타기에도 적당한 해변이다. 한적한 곳이 좋다면 김녕에서, 또는 세련되고 핫한 제주 바다가 좋다면 김녕이 아니라 월정에서 드라이브를 시작해 보자. 가장 제주스러운, 날것의 바다를 보여주는 김녕에 비해서 월정해수욕장은 해수욕을 즐기기도 카페거리에서 바다를 바라보는 것이 더 어울리는 해변이다. 최근 가장 핫플레이스로 떠오른 한 달이 멀다 하고 새 건물이 들어서고 새로운 가게가 문을 열 정도로 인기가 대단하다. 오래된 식당보다는 퓨전 맛집과 브런치 카페가 어울리는 풍경.

[주소] 제주시 구좌읍 해맞이해안로 7-6(김녕해수욕장), 제주시 구좌읍 월정리 33-3(월정해수욕장)



제주 해안도로 드라이브 팁

속도를 내는 드라이브가 아닌 천천히 음미하며 달리는 것이 더 어울리는 코스다. 대신 전체 교통흐름에 방해가 될 수도 있으니 뒤에 차가 많아진다면 먼저 보내고 다시금 여유를 즐겨보자. 전체 구간이 '제주환상 자전거길'과 겹쳐 도로 하나를 두고 자전거와 관광객 그리고 차량이 겹치기도 하니 안전운전에 특히나 신경 쓰자.



제주해녀의AtoZ 해녀박물관



해녀는 '숨을 참고 잠수하여, 해산물이나 해조류를 채취하여 생계를 유지하는 사람들'을 말한다. 산소통 같은 보조기구를 사용하지 않으며, 취미로 물질을 하지도 않는다. 스킨스쿠버나 요즘 유행하는 프리다이빙과도 구분되는 부분이다. 차가운 바다와 파도를 뚫고 자신의 숨이 허락하는 시간 내에서 물질하는 해녀. 양손에 담아낼 수 있는 만큼으로 생계를 꾸리며 가족을 부양해 왔다. 어쩌면 한라산만큼이나 제주를 떠받치고 있는 기둥과 같다. 제주해녀박물관에서는 독특한 제주 해녀 문화에 대해서 깊이 있게 다루고 있다. 해녀의 역사와 문화는 물론이고, '눈'이라고 불리는 수경, 해산물을 담는 '테왁망사리' 등 과거부터 현재까지 사용하고 있는 다양한 해녀 도구들까지 전시되어 있다.

[주소] 제주도 구좌읍 해녀박물관길 26

[전화] 064-782-9898

[영업] 09:00~18:00



오션뷰 끝판왕 오름 지미봉

종달리와 철새도래지 하도 사이에 있는 오름이다. 정상에 높이는 410m 정도로 보기보다 오르는 길이 제법 가파르다. 소나무와 관목림이 우거져 숲을 이루고 있어 오르는 동안은 숲을 오르는 느낌이다가 정상쯤에서 선물처럼 구좌 앞바다가 나타난다. 바다가 가까이 보이는 대표적인 오름. 정상에서는 성산일출봉과 우도가 손에 닿을 듯 가까이 보인다. 소가 누워있는 모습을 닮았다고 해서 '우도'라고 부르는데, 지미봉에 올라 우도를 보면 그 말이 이해가 된다.

[주소] 제주도 구좌읍 종달리 산 2(주차장)





성벽처럼 우뚝 솟아있는 성산일출봉

제주의 다른 오름들과 달리 성산일출봉은 바닷속에서 발생한 마그마 분출로 만들어졌다. 원래는 섬으로 떨어져 있었는데 퇴적작용에 의해 지금처럼 제주 본섬과 완전히 연결되었다. 180m 정도 높이의 정상에는 20분이면 오를 수 있다. 간단히(?) 오를 수 있는 반면 성산일출봉이 전해주는 제주의 풍경은 묵직하다. 본섬에서 한 발 떨어져서 한라산에서부터 펼쳐지는 제주도의 모습도 이색적이고, 오름 주변으로 드리워 제주바다의 풍광이 시선을 압도한다. 오름 중에서도 가히 최고의 풍경을 주는 곳이라 할 수 있다. 마치 밥그릇처럼 폭 패여 있는 정상 둘레로 99개의 봉우리가 둘러싸고 있다. 그 모습이 마치 성벽처럼 보여 '성산(城山)'이라는 이름으로 불리게 되었다.

[주소] 서귀포시 성산읍 성산리 1

[전화] 064-783-0959

[영업] 매일 07:00~20:00

용암이 그려낸 명품 광치기 해변

해맞이 해안도로의 끝은 이름도 생소한 광치기 해변이다. 언제 찾아도 독특한 해안 모습이 인상적인 곳. 들물(밀물)일 때는 일반 모래 해변과 큰 차이가 없어 보이지만 물이 빠지면 용암이 굳으면서 생긴 지층이 드러난다. 용암이 바닷물에 닿아 빠르게 식으면서 독특한 지층을 만들어 냈다. 야트막하게 고인 물에 사람들의 웃음소리와 푸른 하늘이 담긴다. 전국 어디에서도 찾아볼 수 없는 독특한 배경으로 사진을 찍을 수 있다. 여기는 물 때표를 참고해서 들물 때보다는 날물(썰물)에 가야 한다. 물이 빠졌을 때 용암이 그려낸 해안선과 멀리 보이는 성산일출봉을 배경으로 사진을 찍으면 대충 찍어도 SNS의 하트를 마구 이끌어 내는 작품이 나온다. 🇵🇷

[주소] 서귀포시 성산읍 고성리 224-1(공영주차장)



나라사랑 역사의 길

제5편_한강과 전쟁의 기억, 노량진과 용산

‘나라사랑 역사의 길’은 독립기념관이 2007년부터 2010년까지 진행한 국내 독립운동 및 국가수호 사적지 실태조사를 바탕으로 기획된 기록물이다. 이 길은 독립운동과 국가수호 사적지를 중심으로 현충시설, 전근대 역사유적, 경관 등을 탐방할 수 있는 역사의 길로, 우리나라 989개의 독립운동시설과 1,322개의 국가수호시설 등 총 2,311개의 현충시설을 중심으로 다양한 요소를 고려한 탐방 코스를 제공한다.

도로교통 저널에서는 독립운동과 625전쟁의 국가수호 사적지를 알리고, ‘나라사랑 역사의 길’을 탐방할 수 있도록 기획 연재를 하고 있다. 이번 호에서는 1950년 6월 28일 한강인도교 폭파 작전을 중심으로 625전쟁 초기 한강 방어전투 전반을 이해하고, 전쟁기념관을 중심으로 625전쟁을 기억해 보자.

탐방로 안내

1950년 6월 28일 한강인도교 폭파 작전을 중심으로 625전쟁 초기 한강 방어전투 전반을 이해하고, 전쟁기념관을 중심으로 625전쟁을 기억해 보자.



탐방로 안내

- 1 노량진 전투지
- 2 한강인도교 폭파지
- 3 전쟁 당시 철도수송본부 터
- 4 옛 국방부 터
- 5 옛 육군본부 터(전쟁기념관)

지역

서울특별시 용산, 노량진 일대(총 소요시간 약 120분)

코스 개요

1950년 6월 27일 밤, 북한군이 미아리고개를 넘어 서울로 진입하자 육군본부는 한강에 가설된 한강 인도교와 3개의 철교에 대한 폭파 준비를 서둘러 완료하였다. 그리고 북한군이 돈암동에 진입했다는 보고를 받은 28일 새벽 2시, 한



강 교량의 폭파를 명령하였다. 이로 인해 서울 일원에 배치되었던 한국군 5개 사단과 각 지원부대의 퇴로가 차단되었으며, 한국군 총병력의 46%가 분산되거나 상실되었다. 한편, 북한군 제1군단은 남침을 개시한 지 나흘 만에 서울을 점령하게 되었다. 이에 따라 북한군 제2군단은 최초 작전계획대로 수원으로 우회 기동하여, 한강 연변에서 방어선을 형성 중인 한국군을 배후에서 협공하기 위해 대기하였다.

한국군은 한강선에서 방어하기 위해 시흥지구전투사령부(사령관 김홍일 소장)를 편성하여 투입하였다. 시흥지구전투사령부는 놀랍게도 한국군 주력 부대들이 흩어진 지 불과 10시간 만에 3개 혼성 사단을 편성하여 양화동-광진교 간 한강 연변에 새로운 방어선을 형성하였다. 한국군은 이 병력으로 7월 3일까지 한강 방어선과 용인, 곤지암으로 이어지는 전선을 유지한 뒤, 다음 날부터 수원 남쪽으로 철수하기 시작하였다. 이 무렵부터 오산과 안성 지역에 배치되기 시작한 미군과 함께 새로운 방어선을 형성하였으며, 이때부터 한국군은 미군과 연합작전을 수행하며 북한군의 남진을 저지하게 되었다.

노량진 전투지



1950년 6월 28일 새벽, 국군은 북한군의 한강 도하를 저지하기 위해 한강 인도교를 폭파하였다. 그러나 상행 철교는 파괴되지 않았고, 북한군은 이를 이용해 전차를 포함한 병력을 도하시켰다. 이에 따라 국군은 노량진-동작동 방어선에 병력을 증강 배치하고, 혼성 제7사단에 방어를 맡겼다. 그러나 북한군은 여의도를 주 도하선으로 선택하였으며, 7월 3일 새벽 상행 철교를 통해 전차를 도하시킨 후 국군 방어선을 압박하였다. 결국 국군은 방어선을 지키지 못하고 시흥-안양-수원으로 철수하게 되었다. 현재 노량진 전투지는 사육신공원 내 한강 조망 명소로 조성되어 있으며, 당시 전투의 흔적은 남아 있지 않다.

■ 서울특별시 동작구 본동 314

한강인도교 폭파지



1950년 6월 27일, 채병덕 육군총참모장은 서울 철수와 함께 한강 교량 폭파를 결정하였다. 그러나 국군과 장비, 군수품이 철수하지 못한 상태에서 28일 새벽 2시 30분, 한강 인도교가 폭파되었고, 피난민과 군인 500~800명이 사망하거나 부상하였다. 책임자로 지목된 최창익 공병감은 사형을 선고받았으나, 1964년 재심에서 무죄 판결을 받았다. 이후 서울 수복 후 부교가 가설되었으나, 1·4후퇴 당시 다시 폭파되었으며, 2007년 처음으로 희생자 위령제가 열렸다.

■ 서울특별시 용산구 이촌동 304-4, 한강대교

전쟁 당시 철도수송본부 터(현 용사의 집)



1950년 6월 25일, 북한군의 남침 직후 교통부는 긴급 대책회의를 열고 철도수송본부를 설치하였다. 그러나 6월 26일 북한 공군기의 공습으로 본부는 영등포역으로 이동했으며, 이후 수원-대전-부산으로 차례로 옮겨 운영되었다. 이 과정에서 철도 운영권이 유엔군으로 넘어갔으며, 철도원 100여 명이 순직, 기관차와 교량 등에도 큰 피해가 발생하였다. 철도수송본부는 병력과 보급품 수송뿐만 아니라, 주요 인사 및 피난민 수송에서도 중요한 역할을 수행하였다.

■ 서울특별시 용산구 한강로3가 40

옛 국방부 터



국방부 청사는 창설 초기 을지로 입구의 옛 동양척식주식회사 건물을 사용하다가, 북한군 남침 시 조선군사령부 자리로 이동하였다. 1950년 6월 26일, 국방부 청사에서 신성모 국방장관 주재로 군 수뇌부 회의가 열렸으며, 오후에는 이승만 대통령이 방문해 전황을 논의하였다. 그러나 전선이 악화되면서 6월 27일 새벽, 각군 본부는 수원으로 철수하였다. 이후 9월 28일 서울 수복 후, 남대문 건물에 임시 거처를 두었다가, 휴전 직후 원래 청사로 복귀하였다.

■ 서울특별시 용산구 용산동5가 2-1

옛 육군본부 터



한국 육군은 1948년 정부 수립과 함께 창설되어, 국방부와 함께 을지로 옛 동양척식주식회사 건물을 사용하다가 이후 조선군사령부 건물로 이전하였다. 1950년 6월 25일 전쟁 발발 후 전군에 비상령을 내리고 방어를 지휘했으나, 전선이 악화되면서 6월 27일 오후 1시 시흥으로 철수하였다. 이후 수원-대전-대구-부산으로 이동하며 작전 지휘를 이어갔으며, 전쟁이 끝난 후 1955년 3월 1일 서울로 복귀하여 현재의 전쟁기념관 부지에 육군본부를 신축하였다.

■ 서울특별시 용산구 용산동5가 2-1

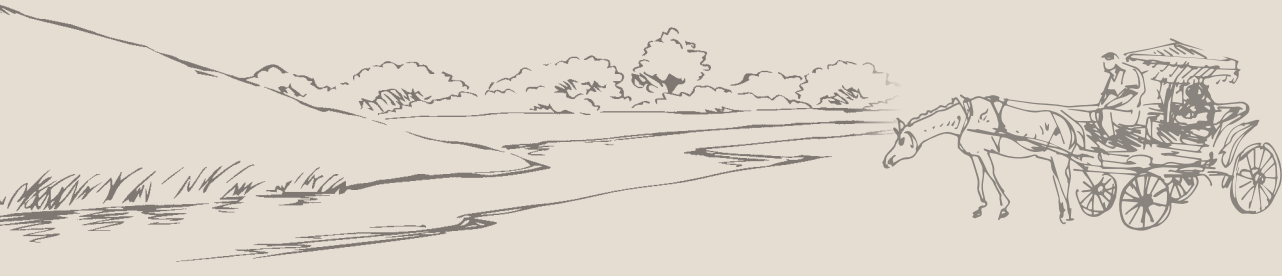
출처: 독립기념관 국내 독립운동국가수호 사적지 홈페이지
자료와 사진을 제공해주신 독립기념관, 서울특별시에 깊이 감사드립니다.

조랑말 신화의 뿌리

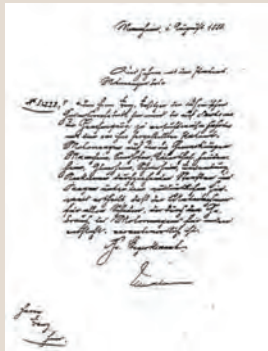
③ “대대손손 가보로 삼거라”

지정용 | 작가

칼 벤츠는 1886년 পে이턴트 모터바겐을 몰고 종종 거리로 나갔다. 이웃들은 싫어했다. 엔진 소리가 시끄러웠기 때문이다. 때때로 지나는 마차의 말을 놀라게 해 마부를 힘들게 하기도 했다. “주민들이 항의하지 못하게 할 방법은 없을까?”



벤츠는 정부의 허가증을 보여주면 될 것이라고 생각했다. 바덴 대공국 정부에 운행 허가서를 요청했고, 1888년 받아냈다. 세계에서 가장 많은 자격증, 운전면허증의 시초라고 할 수 있다.



칼 벤츠가 바덴 대공국 정부로부터 받은 운행허가증

자동차가 늘어나자 고민거리가 생겼다. 사고가 자주 일어났다. ‘도로의 규칙’이 필요했다. 다음은? 운전 실력을 검증해야 했다. 프랑스 파리 경찰은 도로에 자동차가 늘어나며 사고가 잦아 대책을 세웠다. 출발 정지 곡선주행 등 기본적인 것을 해내는지 평가하기로 했다. 이 정도로도 사고가 제법 줄었다.

현대적인 개념의 시험이라고 할 수는 없었지만, 1893년 치러진 시험에 에밀 르바소가 합격했다. 세계 최초 면허시험의 첫 합격자다.

에밀 르바소는 1887년 르네 파나르와 함께 파나르 르바소(Panhard et Levassor)를 설립했다. 파나르 르바소는 1890년 독일 다임러의 엔진을 들여와 자동차를 생산하다가 이듬해 ‘파나르 시스템’을 정립했다. 뒤쪽에 배치했던 엔진을 앞으로 옮기고 수랭식 라디에이터로 냉각하는 현대식 세로배치 엔진 구동계다. 좌석 사이에 클러

치 페달과 기어박스를 두는 현대식 변속기도 처음 만들었다. 1903년엔 세계 최대의 자동차 회사였다. 종업원 1,500여 명이 연간 1,000대 이상을 생산했다. 1차 세계대전 이후 내리막길을 걸었다. 1967년 시트로엥이 인수했다. 영국은 1904년 운행허가증을 의무화했다. 차량을 등록하면 번호판과 운행허가증을 주었다. 별도의 시험은 없었다.

현대식 운전면허 시험은 1910년 독일이 시작했다. 교통사고로 골머리를 앓던 다른 나라들이 속속 참고했다.



1895년 파리-보르도-파리 경주대회에 참가한 에밀 르바소와 아내 루이 사라진 르바소



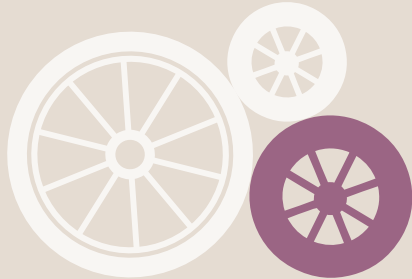
우리나라 1호 운전자 이용문 / 한국자동차문화연구소



대한민국 운전면허 1호는 경성운전수양성소를 수료한 한국인 이용문이다. 별도의 면허증 같은 건 없었다. 공인할 기관이 없었다. 수료증이 운전면허증을 대신했다. 1915년 전국에 80대, 서울에 50대의 자동차가 있었다. 운전 실력은 들쭉날쭉했다. 기물 파손과 충돌, 전복사고에 대인사고까지, 심심찮게 일어났다. 도로 위에 어느 정도의 규칙이 있어야 했다. 1915년 7월 조선총독부는 ‘자동차취체규칙’을 발표했다. 29개 조 61개 항이었다. 첫 번째 도로교통법이다.

자동차취체규칙(1915년)

“경찰에서 발급하는 도 단위 번호판을 달아야 한다”
“시험에 합격해 운전면허증을 받아야 한다”
“시내는 시속 13km, 시외는 시속 19km 이내여야 한다”
“우마차나 사람에게 경음기를 사용하지 않아야 한다”
“만취한 자나 전염병자, 걸인을 태우지 말아야 한다”
“차 안에서 고성방가를 하지 말아야 한다”
“차량 앞부분과 뒷부분에 차량 번호를 표시하여야 한다”



1933년 이○○씨의 운전면허증. 차량 소유주가 아니라 운전수였을 것으로 추정한다

운전면허증을 위한 시험은 1916년 등장했다. 학력 제한이 있었다. 소학교(초등학교) 이상이 었다. 학과와 실기를 치렀다. 학과는 여러 장치 의 이름과 기능을 숙지하는 것이었다. 실기는 전진과 후진, S와 T 코스, 타이어 교환, 냉각수 주입 등이었다. 두 과목 모두 100점 만점에 75 점 이상이면 합격이었다.

1915년 당시 기사다.

“재물파손과 인명을 살상하는 불상사가 연일 발생해 이를 방지하고자 (중략) 합격한 자만이 운전할 수 있도록 조치한다 하 니 금후 자동차 운전수 되기도 심히 어렵게 될 지경이더라.”



1920년 경성자동차강습소 신문 광고. 뒷부분에 자격과 학원비 등을 소개하고 있다 / 동아일보

합격은 집안의 경사였다. 면허증을 가보로 삼 았다. 할 줄 아는 사람이 극히 드물었던 시절 운전은 고수임을 보장했다. 1920년 운전수는 한 달에 100원 정도를 벌었다. 귀했던 대줄자 월급이 40원 정도였다.

1919년 경성자동차강습소가 황금정 3정목(을 지로3가)에 문을 열었는데 수강생들이 몰렸다. 132원이나 하는 학원비를 기꺼이 투자했다.

“경성자동차강습소는 시설도 좋고 조선인 강사도 있어 입학을 원 하는 학생들을 다 수용하지 못할 정도였다(동아일보 1920년 4월 24일자).”

“1920년 6월 치러진 경기도청 운전면허 시험에는 시험관이 1명뿐 인데 응시자는 76명이나 몰렸다(매일신보 1920년 6월 23일 자).”



여성 운전면허 1-3호인 최인선·문수산·이경화를 소개한 기사 / 매일신보, 동아일보

여성의 사회 진출이 극히 제한적이던 시절, 여성 운전기사는 당시 신문 표현 처럼 ‘여자계의 신기록’이었다. 1919년 전주 출신 최인선과 원산 출신 문수산 이 주인공들이다.

1920년 9월 평양자동차상회는 3호 여성 운전기사 이경화를 채용했다. 신문 은 이를 머리기사로 다뤘다. 이경화도 미혼, 사장이었던 이종하도 미혼이었 다. 두 사람은 1년 반이 지나 결혼했다. 이경화는 첫 아이를 출산할 때까지 운 전을 계속했다고 한다.

1940년까지 한반도에는 4,000여 대의 자동차가 있었다. 하지만 일제는 자동 차와 운전기사 대부분을 태평양전쟁에 징발했다. 해방 직후 서울엔 버스 10여 대, 전차 100여 대, 택시 40여 대만 남아 있었다. 

휴대폰에 매화 담고...

효심 새기고

구례 화엄사 홍매화와 4사자삼층석탑

동욱 | 작가

3월 화엄사의 슈퍼스타는 부처님이 아니다. 각황전과 원통전 사이에 서 있는 홍매화 나무다. 붉은 듯 검은 듯 고운 홍매화는 “세월에 관계없이 300년을 피고 지었듯이, 인간의 어리석음을 꾸짖듯이 해마다 어김없이 제시간에 피고 말았다”고 주지 스님은 표현한다.

그래서 3월 화엄사는 ‘절간’ 같지가 않다. 흔히 사용하는 불교용어 그대로 ‘야단법석’이다. 손에 든 휴대폰으로, 또 화질 좋은 카메라를 들고 저마다의 각도로 홍매화를 담으려는 사람들로 한바탕 축제가 펼쳐진다.



홍매화 꽃잎들 사이로 본 각황전



화엄사 홍매화와 지리산 자락



홍매화를 촬영하려는 사람들.
출처: 화엄사

홍매화가 피는 3월을 전후해 사진 콘테스트가 열리는 데 2021년엔 5만 명이 찾았다. 2022년엔 7만 명, 2023년엔 10만 명으로 늘더니 2024년엔 25만 5천 명이 방문했다고 한다. 이 시기 절을 찾는 순례객이 4년 만에 5배 넘게 증가한 것이다. 시상 분야에 전문작가 부문은 물론 휴대폰 촬영 사진 부문을 만든 게 주요한 것 같다. 홍매화 촬영하기가 순례객 사이에 놀이문화 혹은 하나의 밈처럼 유행하는 게 아닐까? 홍매화 나무가 2024년 1월 국가유산 천연기념물로 지정된 것도 영향을 미쳤을 것이다.



왼쪽부터

화엄사 각황전 앞
석등에서 바라본 홍매화

-
화엄사 각황전과 석등
출처: 국가유산포털

-
각황전 앞 석등 해체 수리를 위한
고불식
출처: 화엄사



300여 년 전 각황전 중건 때 기념 식수한 화엄매, 홍매화가 이렇게 잘 나갈 거라고 상상이나 했을까? 웅장한 규모를 자랑하는 각황전 입장에서는 주객이 바뀌었다고 서운해 하지 않을까?

각황전은 조선 숙종 때인 1699년부터 약 4년 동안 공사해 완공한 2층 48칸 건물로 “그 장엄함을 비할 데 없다”고 화엄사는 자랑한다. 전각 내부에는 세 분의 부처님인 삼존불(三尊佛)과 네 분의 보살상이 자리를 잡고 있다.

오죽하면 이름이 각황전일까? 부처님을 깨달은 왕이란 뜻과 임금님을 일깨워 중건 했다는 뜻을 동시에 갖고 있다. 공주로 환생한 거지노파의 흥미로운 사연까지 담고 있어 결코 그냥 지나칠 수 없는 건물이다. 국보 67호다.

각황전 앞에 있는 석등도 웅장하다. 높이 6.4m, 한국에서 가장 큰 석등으로 국보 12호다. 석등은 흔히 부처님의 빛과 진리를 상징해 ‘광명등’이라고 한다. 장엄한 각황전과 웅장한 석등을 보고 있으면 부처님 말씀인 ‘자등명 법등명(自燈明 法燈明)’이 절로 떠오른다.

“자기 자신을 등불로 삼아 의지하라. 또한 진리를 등불로 삼아 의지하라”
“자기 스스로 진리의 불을 밝히고 그 법에 귀의한다면 능히 배움을 구하여 이익을 얻고 한량없는 복을 거둘 것이다.”
若自然法燈, 自歸己法, 能求學得利, 獲福無量.
〈통합대장경, 중아함경. 15권 70경.〉

그런데 안타깝게도 국보 12호 석등은 표면이 떨어져 나가고 곳곳에 균열도 발견돼 2023년 5월부터 부분 해체해 보존 처리에 들어갔다. 2025년 상반기까지는 실물을



왼쪽부터

화엄사 4사자삼층석탑과 지리산 전경

-
4사자삼층석탑 맞은 편 석상



볼 수 없다고 한다.

각황전을 바라보고 왼쪽으로 돌아 계단을 올라가면 국보 35호인 4사자삼층석탑을 볼 수 있다. 각 모퉁이 기둥에 네 마리의 사자가 입을 벌린 채 날카로운 이를 드러내고 서 있다. 네 마리 사자들이 보호하듯 에워싸고 있는 중앙엔 손을 합장한 존재가 우뚝 서 있다. 1층에는 사천왕상과 보살상 등이 새겨져 있는데 매우 정교하다. 불국사 다보탑과 쌍벽을 이루는 이형(異形)석탑이라는 평가를 받는다. 4사자삼층석탑 맞은편엔 무릎 꿇은 채 손에는 찻잔을, 머리에는 장명등을 이고 공양을 올리는 동상이 있다. 4사자 석탑 안에 서 있는 존재가 누구인지, 맞은 편 동상은 누구인지 해석이 분분하다. 불교 학술적으로 이렇게 해석할 수 있단다.

“탑을 머리에 이고 있는 형상이 아니라, 탑이 공중으로 솟아오른 형상처럼 보인다. 즉, 탑이라는 존재와 그 아래의 인물은 별도의 존재가 아니라, 사실은 같은 존재이고, 단지 내면적 존재를 둘러싼 외면적 존재가 거뒤틀리는 순간, 내면적 존재가 드러나는 순간으로 해석하면 어떨까 한다. 단지 그 탑이 공중으로 솟아오른 것을 표현할 방법이 없었기 때문에 사자들이 이를 떠받치고 있는 것이고, 이를 통해 탑 내부에 있던 부처가 비로소 모습을 드러내게 된 것이다.”
〈주수완, ‘화엄사 4사자석탑 중심 존상의 도상문제’, 법보신문, 2015.7.27.〉



맞은 편 석상에서 바라본 4사자삼층석탑

탑이 공중으로 솟아오르면서 그 안에 있던 부처님이 짝~하고 실제 모습을 나타냈고, 네 마리 사자가 솟아오른 탑을 떠받치고 있다는 것이다. 그게 맞는다면 맞은편 동상은 무릎 꿇고 차를 공양하는 스님으로 해석할 수 있겠다. 마치 『묘법연화경』의 「견보탑품」 한 구절처럼.

“묘법연화경을 말하는 이가 있으면 그 부처님의 보배 탑이 그 앞에서 솟아나고 그 탑 속에 전신이 계시어서 ‘거룩하시어라’ ‘거룩하시어라’ 하고 찬탄하느니라”
若有說 法華經者 彼之寶塔이 皆 湧出其前 全身 在於塔中 讚言善哉善哉.
〈구마라집 한역, 본각선교원 편역, 『묘법연화경-그대가 본래 부처임을 설한 최고의 불경』, 비움과소통, 2011, p.329〉

하지만, 비록 정확하고 맞는 해석이라 하더라도 순례객의 호기심과 흥미를 조금은 잃어버리게 한다. 이렇게 멋진 조형물인데 무언가 다른 신비로운 이야기가 숨어 있겠지?



4사자삼층석탑 1층에 서 있는 존재



4사자삼층석탑 야경
출처: 화엄사

화엄사 창건설화가 좋은 대답이다.

화엄사를 창건한 인물은 인도에서 온 승려 연기조사라고 한다. 연기조사는 백제 성왕 때인 544년에 백제로 건너왔는데, 이때 어머니를 등에 업고 함께 왔다고 한다. 불법을 전파하는 연기조사가 어머니를 극진히 모시는 것에 주민들이 크게 감동했고, 그 효심을 기리기 위해 화엄사에 효대(孝臺)를 마련하고 이 탑을 세웠다는 이야기이다. 4사자삼층석탑 중앙에 서 있는 존재는 연기조사의 어머니니이고, 맞은편에서 차 공양을 올리는 연기조사의 지극한 효심을 형상화하고 있다는 것이다.

그런데 4사자삼층석탑은 통일신라시대에 세워졌는데, ‘효대’라는 단어는 조선시대 문집에 주로 등장하고, 효가 강조된 것은 조선 유학자들의 생각이 가미된 것이라는 의견이 나오면서 역사학자들은 이 설화에 조금은 고개를 가우뚱한다고 한다.

그렇다 하더라도 창건 설화에 얹힌 아름다운 이야기가 순례객의 마음을 더 따뜻하게 하고, 매력적이라는 점은 부인할 수 없다. 어머니께 차를 올리는 연기조사의 효성이 석탑의 아름다움과 어울려 커다란 울림을 주고 있다.

천년 풍상을 겪은 4사자삼층석탑.

2011년 정밀심사 때 균열과 절단, 벌어짐 같은 구조적인 문제가 노출됐고 결국 2016년 해체되는 비운을 맞는다. 하지만 2018년부터 본래 석재를 재사용하고 과학적인 보존처리와 구조 보강이라는 작업을 진행하면서 본 모습을 되찾았다. 그리고 2021년 9월, 4사자삼층석탑은 높이 7.1m, 너비 4.2m, 무게 50톤의 그 모습 그대로 중생을 위해 본래 있던 자리로 환지본처(還至本處)했다.

구례 화엄사로 가는 길

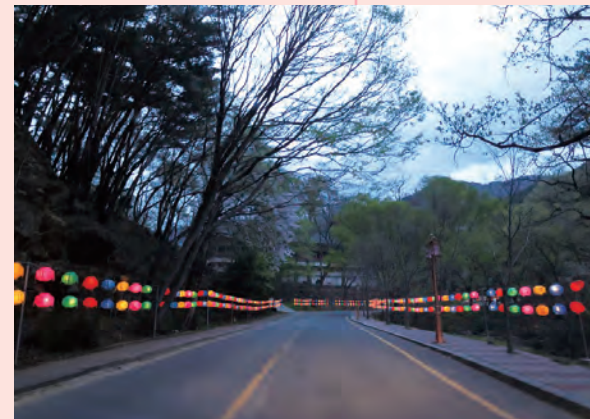
구례 화엄사 각황전 전경



지리산 자락에 위치한 구례 화엄사는
자연이 품은 아름다움과 오랜 역사의 흔적이 어우러진 명찰이다.
화엄사로 가는 길은 늘 설렘을 안고 출발하는 여정이다.
이 여정은 단순히 목적지에 도달하는 과정일 뿐 아니라, 바쁜 일상에서 벗어나
쉼과 여유를 찾기 위한 힐링의 순간이기도 하다.



구례 화엄사 일원 전경



구례 화엄사로 가는 길



제2회 홍매화 2022년
휴대폰 카메라 사진 수상작
화엄사신도회장상(이득희)

서울을 기준으로 할 때 화엄사로 가는 가장 편리한 방법은 순천완주고속도로를 이용하는 것이다. 순천완주고속도로를 달리다 보면, 도로 양옆으로 펼쳐지는 계절마다 달라지는 풍경들이 마음을 사로잡는다. 특히 구례화엄IC를 지나 화엄사로 향하는 길을 따라 달리다 보면, 넓게 펼쳐진 섬진강의 푸른 물결과 지리산의 웅장한 모습이 반갑게 인사를 건넨다. 길이 잘 닦인 국도 덕분에 긴 여정임에도 불구하고 편안한 주행이 가능하여 도착 전부터 마음이 편안하고 행복해진다.

구례 화엄사 초입에 다다르면, 잘 정비된 도로와 넉넉한 주차 공간이 방문객을 맞이한다. 차량에서 내려 걸음을 옮기면, 이제 본격적인 화엄사와의 만남이 시작된다. 천 년이 넘는 세월 동안 자리를 지켜온 이 사찰은 고즈넉하면서도 웅장하다. 오래된 고찰 특유의 평화로운 분위기와 화엄사의 상징인 각황전, 그리고 계절마다 다른 매력을 보여주는 주변 풍경은 방문객에게 깊은 여운을 준다.

사찰을 둘러본 후 잠시 쉬면서, 지나온 길을 떠올려 본다. 현대적인 도로 인프라 덕분에 편리하고 안전하게 화엄사에 닿을 수 있었다는 사실이 새삼 고맙게 느껴진다. 과거에는 길이 험하고 멀어 발길이 쉽지 않았던 곳을, 지금은 누구나 편하게 찾을 수 있다는 것이 얼마나 다행스러운 일인가.

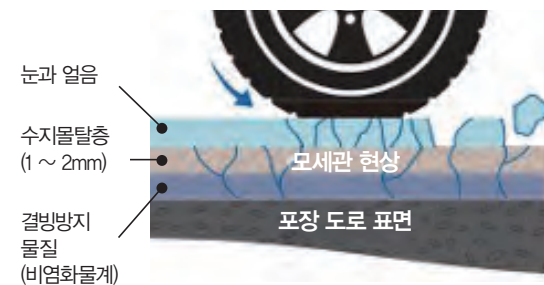
화엄사를 찾아가는 길, 그것은 단지 아름다운 풍경을 만나기 위한 여정일 뿐 아니라, 삶의 고단함을 잠시 내려놓고 편안함과 행복함을 느낄 수 있는 소중한 길이다. 오늘도 그 길 위에서 많은 사람이 마음의 위로와 휴식을 얻길 바란다. 🇰🇷

[주]제일트레이딩

프리즈 오프 코트란?

프리즈 오프 코트는 도로 표면에 도포하는 **초박형 결빙 방지 표면처리재**입니다. 도로에 도포된 프리즈 오프 코트는 도로 노면의 어는 점을 낮추어 결빙 방지 효과를 내는 동시에, 도로에 쌓인 눈이 자동차의 주행 등으로 쉽게 분리 및 제거됩니다. 결빙 방지 효과를 통해 염화칼슘 등의 제설제를 살포할 필요가 없게 됩니다. 또한 신규로 포장한 도로와 기존 도로 모두 적용 가능하며, 2년 이상 지속가능하며, 추가 시공을 통해 **장기간 효과를 발휘**할 수 있습니다.

결빙 방지 작동 원리

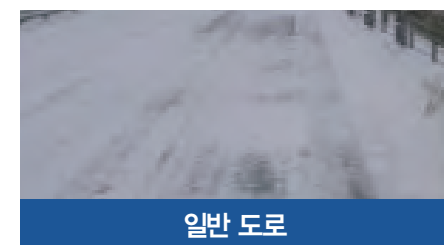


도로 노면의 결빙 방지와 결빙 제거를 한번에

결빙 방지제가 수지몰탈층으로 스며 나오면서, 빙점을 낮추어 결빙을 억제합니다. 또한 주행 중인 타이어의 충격으로 인해 눈과 얼음이 쉽게 분리됩니다.

POINT 프리즈 오프 코트는 빙점을 -5°C 까지 낮추어 블랙아이스(겨울철 도로 노면 살얼음) 사고 예방에 최적화되어 있습니다.

결빙 방지 효과



POINT 겨울철에도 차들이 안전하게 주행할 수 있는 상태를 만들어줍니다.

도로 유지관리와 사고 예방을 위한 최고의 선택



사고 예방을 위한 최고의 선택

“프리즈 오프 코트”의 4가지 특징점

1. 제설제 사전 살포 시점을 고민하지 않아도 됩니다.

제설제를 살포하지 않아도 결빙 방지 효과가 있기 때문에 첫 눈이나 예상치 못한 강설 예보에 대비한 사전 살포 시점을 고민하지 않아도 됩니다.

2. 하나의 효과적인 결빙 방지 대책입니다.

상습 결빙 구간에 프리즈 오프 코트를 도포하여, 사고 위험을 효과적으로 줄일 수 있습니다.

3. 낮은 원가로 시공 가능한 효과적인 제설 대책입니다.

초박층의 표면 처리재로서, 별도의 도로 표면 제거 시공이나 재포장이 필요 없습니다. 따라서 기존의 아스팔트, 시멘트 도로에 그대로 적용하여 낮은 원가로 시공이 가능합니다.

4. 염화물계 제설제의 도로 파손을 방지합니다.

프리즈 오프 코트는 비염화물계 물질을 사용하기 때문에, 철의 부식이나 도로 파손을 최소화 할 수 있습니다.

추천 시공 구간

- 차량이 서행하거나 정차해야 하는 구간 _ 커브, 내리막길, 교차로 진입 구간
- 도로 상태가 급격하게 변하는 구간 _ 터널 진입 구간, 터널 출구 구간
- 상습 결빙 구간 _ 교량, 건물 인근의 응달 구간, 고가 도로

자전거 도로 정보 13편

낙동강 자전거길

칠백 리 굽이굽이 삶의 뿌리를 찾아 달린다



은빛 비늘처럼 반짝이는 낙동강을 이웃한 낙동강자전거길은 사계절 풍경이 주마등처럼 흐르는 한 편의 대하소설이자 서사시다. 새재와 만나 국토 종주를 펼친다. 하늘조차 아름다운 경치에 놀랐다는 뜻의 경천대는 낙동강 물길 중 아름다운 풍경을 그린다는 곳이다. 소백산 줄기를 따라 형성된 크고 작은 산봉우리는 경천대에 이르러 동양화와 다름없는 풍경을 완성한다. 상주 상풍교에서 새재 자전거길과 만나는 낙동강자전거길은 하회마을과 회룡포를 지난 경천대에 오른 후 낙동강 하굿둑에서 국토 종주 대장정의 막을 내린다.

하늘이 만든 경치, 경천대

낙동강이 굽이쳐 흐르는 경북 상주의 경천대(擎天臺)는 이름 그대로 ‘하늘을 떠받치는 절경’을 자랑하는 명소다. 깎아지른 절벽과 울창한 숲이 어우러진 이곳은 고려 공민왕이 홍건적의 난을 피해 머물렀던 역사적 장소로도 유명하다. 전망대에 오르면 낙동강의 푸른 물결과 기암괴석이 한 폭의 동양화를 연상케 하며, 사계절마다 다른 아름다움을 선사한다. 특히 해 질 무렵의 풍경은 감탄을 자아낼 만큼 장관이다. 자연이 빚어낸 절경과 함께하는 경천대는 역사와 풍광이 함께하는 힐링 여행지로 손색이 없다.

📍 경상북도 상주시 사벌면 경천로 652



이와 선유줄불놀이 등 전통 민속놀이가 현재까지도 전승되고 있으며, 이러한 문화적 가치를 인정받아 2010년 유네스코 세계유산으로 등재되었다. 하회마을은 한국의 미와 전통을 체험할 수 있는 살아있는 역사 공간이다.

📍 경상북도 안동시 풍천면 하회남촌길 63

용이 휘감은 육지 속의 섬,

예천 회룡포

우리나라에서 가장 빼어난 경치를 자랑하는 물돌이 마을 회룡포는 낙동강 지류인 내성천이 350도 휘돌아 나가는 육지 속의 섬마을로서, 예천군에서 가장 많은 관광객이 오는 곳으로 주변에 장안사, 황목근, 용궁향교, 원산성, 용궁역테마공원, 용궁순대 등 볼거리와 먹거리가 다양하다. 또, 회룡포에서 삼강주막까지의 강변길은 행정안전부에서 전국의 걷기 좋은 ‘우리마을 녹색길 명품 베스트 10’에 선정된 자연친화적 녹색길이다. 🇰🇷

📍 경상북도 예천군 용궁면 회룡포길 359

(다음 호에 계속) - 자전거 도로 정보 제14편

참고자료

자전거 행복나눔 누리집(www.bike.go.kr), 한국관광공사, 경북도청, 경북나드리 누리집

한국의 미와 전통이 살아있는

하회마을

경북 안동의 하회마을은 600년 역사를 지닌 풍산 류씨 집성촌으로, 한국 전통 유교문화를 간직한 곳이다. 낙동강이 S자 모양으로 마을을 감싸는 독특한 지형은 자연과 조화로운 한국인의 삶을 보여준다. 조선시대 유학자 겸암 류운룡과 임진왜란 때 영의정을 지낸 서애 류성룡 형제가 태어난 곳으로도 유명하며, 와가와 초가가 어우러진 전통 가옥들이 잘 보존되어 있다. 하회별신굿탈놀



코스정보

상주 상풍교 - 상주보 - 낙단보 - 구미보 - 칠곡보
- 강정고령보 - 달성보 - 합천 창녕보 - 창녕 함안보
- 양산물문화관 - 낙동강 하굿둑

전체거리 389km

예상시간 26시간

난이도 🚲🚲🚲🚲🚲🚲

도로및공항기술사 취득을 위한 전략



복잡하게 얽힌 도로망과 하늘을 수놓는 공항 시설 뒤에는 도로인의 노력이 숨어있다.
오늘은 이 분야를 잇는 “도로및공항기술사”의 현장에서 펼쳐지는 도전,
그리고 합격을 위한 전략에 대해 알아보고자 한다.

전문가의 문을 여는 열쇠_도로및공항기술사

도로및공항기술사는 도로와 공항 분야에서 고도의 토목 기술과 풍부한 실무 경험을 기반으로 계획, 연구, 설계, 분석, 시험, 운영, 시공, 평가는 물론, 현장 지도와 감리 업무 등 수행할 수 있는 능력을 갖추고 있는지 확인하는 전문가의 길이다. 이들의 시험은 단답형과 주관식 논문형으로 구성된 필기시험(총 400분)과 약 30분간의 구술 면접으로 나뉘어, 응시자에게 깊은 집중력과 체계적인 준비를 요구한다.



도로및공항기술사의 변천과정

도로및공항기술사 제도는 국토개발과 건설사업 전반에 걸친 조사, 계획, 연구, 설계, 분석, 평가 등 복합적인 업무를 수행할 전문 인력을 양성하기 위해 도입되었다. 1974년 ‘토목기술사(도로및항만)’로 처음 시작된 이 제도는 1991년 대통령령 제13494호에 따라 ‘도로및공항기술사’로 정비되어 오늘날의 전문성을 갖추게 되었다. 이처럼 긴 세월 동안 발전해 온 기술사 제도는 단순한 기술 능력을 넘어, 품격과 자질을 겸비한 인재를 양성하는 데 중추적 역할을 해왔다.

현장과 이론의 조화

도로및공항기술사는 단순히 이론에 머무르지 않는다. 현장에서 직접 경험한 도로포장 균열, 터널 배수설계 등의 실제 문제들을 이론과 결합하여 해결해 나갈 수 있는지 확인하는 전문 자격제도이다. 도로및공항기술사는 도로 계획, 연구, 설계, 분석, 시험, 운영, 시공, 평가 등 도로와 공항 분야 전반의 기술업무를 수행하며, 현장 지도와 감리까지 수행할 수 있다. 또한, 도로및공항기술사를 취득하면 시공사, 설계사, 관공서, 학계, 연구소 등 다양한 분야에서 업무를 수행할 수 있다.

합격을 위한 전략과 준비

도로및공항기술사 자격증 취득은 단순한 시험 준비를 넘어, 체계적인 학습과 실무 경험의 노하우가 필요하다. 이를 위해서는 효과적인 학습을 위한 계획, 방법, 전략이 필요하다.

① 처음에 학습 계획은 어떻게 세워야 하나?

➔ 효과적인 학습을 위해 충분한 준비 기간이 필요하다. 기본 개념을 확립하고, 점진적으로 심화 학습과 실전 연습을 병행할 수 있도록 단계별 목표를 설정하는 것이 핵심이다. 또한, 이론을 이해하는 학습과 암기 및 복습의 과정을 적절히 배분하여, 지속가능한 학습 루틴을 유지하는 것이 중요하다.

② 효율적인 학습 방법을 위해서는?

➔ 스터디 그룹 활동을 통해 동료 수험생과 다양한 시각을 공유하고, 현장에서 직접 접한 사례들을 답안에 녹여내면 실전 감각을 더욱 높일 수 있다. 핵심 개념은 서브노트에 정리하여 시험 직전 빠르게 복습할 수 있도록 체계화하고, 최근 기출문제를 분석해 출제 경향을 파악하는 것이 중요하다.

Tip

꿀팁! 100~135회까지 기출문제 중 가장 많이 중복된 문제 (출제 횟수 순위)

1. 활주로 용량의 정의 및 용량에 영향을 주는 요소 (출제 횟수: 10회 이상)
2. 도로 및 공항의 경제성 분석 기법 (출제 횟수: 9회 이상)
3. 교통정온화 개념 및 한국형 교통정온화기법 (출제 횟수: 8회 이상)
4. 도로 및 공항의 배수시설 설계와 유의사항 (출제 횟수: 8회 이상)
5. 도로 유지보수 및 예방적 유지관리 기법 (출제 횟수: 8회 이상)

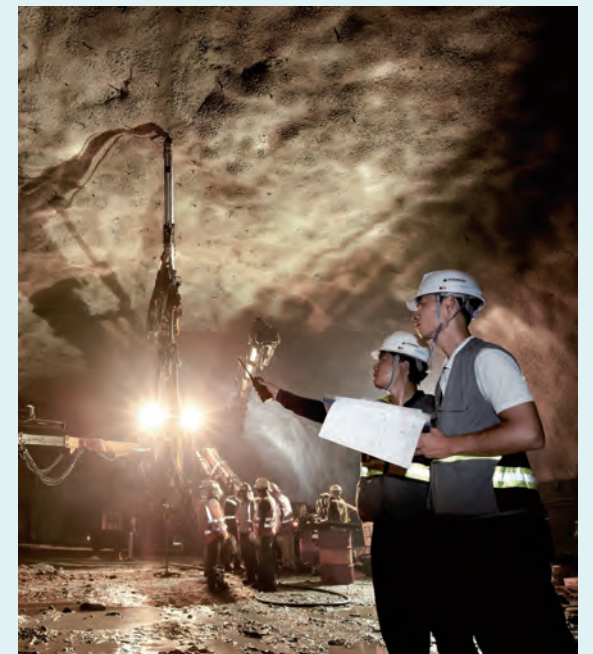
③ 장기간 필요하는 시험의 심리 전략과 시간 관리는 어떻게 해야 하나?

➔ 대부분 응시자가 평균 4~5회 도전 후 합격하는 만큼, 포기하지 않고 긍정적인 마인드셋을 유지하는 것이 필수적이다. 모의고사를 통해 실제 시험 환경을 경험하고, 문제 하나하나에 적절한 시간을 배분하는 연습 또한 합격의 중요한 열쇠이다.

맺음말

도로및공항기술사는 한 나라의 인프라 발전과 국민 생활의 질을 좌우하는 중요한 엔지니어이다. 도로및공항 기술사의 길을 선택하는 것은 끊임없는 자기 발전과 도전의 연속이며, 그 준비 과정에서 체계적인 학습과 실무 경험의 결합은 미래 인프라를 이끌어 갈 핵심 동력이 될 것이다.

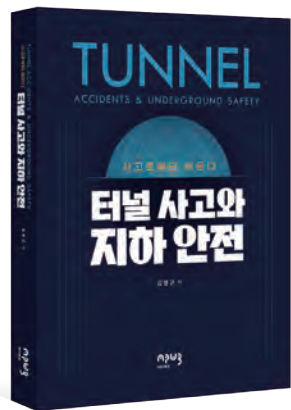
출처 및 참고자료: 한국산업인력공단
(작성: 이호정 | 한국도로협회 차장)



NEW BOOKS & TECH

도로교통 분야의 새로운 책, 건설기준, 보고서, 신기술, 제품 등을 소개하는 콘텐츠입니다.

“사고로부터 배운다” 터널 사고와 지하 안전



저 자 (주)건화 김영근 부사장
출 판 사 (주)에이퍼브프레스
출판일자 2025년 1월 31일
판 매 가 38,000원 (분량 : 493쪽)

책소개

도시화가 가속화되면서 터널과 지하공간은 현대 인프라에서 중요한 요소로 자리 잡았다. 하지만 터널 붕락사고나 싱크홀 등 지하공간에서의 안전 문제는 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다.

김영근 박사의 “터널 사고와 지하 안전”은 터널 사고의 원인, 대응 방안, 그리고 예방을 위한 체계적인 접근법을 담은 필수적인 지침서이다. 저자는 30여 년간 연구와 실무 경험을 바탕으로 국내외 다양한 사고 사례를 깊이 있게 분석했다. 터널 사고의 원인을 공학적으로 분석하는 것에 그치지 않고, 사고 이후 대응과 법적 제도 개선까지 폭넓은 시각을 제공하는 것이 특징이다. 영국, 일본, 캐나다 등 전 세계에서 발생한 주요 사고 사례를 다루며, 이를 통해 얻은 교훈을 국내 환경에 맞게 적용할 수 있는 통찰을 제시한다.

이 책은 터널 엔지니어, 지반공학자, 건설관리 전문가뿐만 아니라 지하공간 개발에 관심 있는 모든 독자를 위한 것이다. 안전하고 지속가능한 지하공간을 개발하려는 이들에게 실질적이고 깊이 있는 가이드가 될 것이다. 김영근 박사는 “사고로부터 배운다”는 철학을 강조한다. 이는 단순히 과거 문제를 복기하는 것이 아니라, 미래의 사고를 방지하고 안전 문화를 정착시키기 위한 기술적·제도적 노력을 의미한다. 도시의 지속 가능성과 안전성을 높이는 데 필요한 모든 것을 담고 있는 이 책은 한국 지하공간 개발 수준을 한 단계 끌어올릴 것이다. 이 책이 안전한 지하공간의 설계와 관리를 돕는 길잡이가 되기를 기대한다.

저자소개

김영근 박사는 1983년 서울대학교 자원공학과를 졸업하고, 1993년 같은 대학원에서 암반공학 박사학위를 받았다. 이후 대우건설, 삼보기술단, 삼성물산, 글로벌 설계사인 Parsons Brinckerhoff 등에서 터널 설계, 시공, 컨설팅 등의 실무 경험을 쌓았다. 현재는 (주)건화에서 설계 및 기술 개발 업무를 담당하고 있다. 그는 화약류 관리 기술사와 지질 및 지반 기술사 자격을 보유한 터널 전문 엔지니어로, 다양한 전문 학회의 이사와 공공기관 자문위원 및 평가위원으로도 활발히 활동하고 있다. 오랜 현장 경험과 연구를 바탕으로 터널 및 지하공간 안전 분야에서 핵심인물로서 역할을 수행하고 있다.



한국도로협회 -국토연구원 업무협약 체결



한국도로협회(회장 함진규)와 국토연구원(원장 심교언)은 1월 13일(월) 오후 3시에 국토연구원 대회의실에서 ‘도로교통분야 상호

발전과 교류를 증진시키기 위한 업무협약(MOU)’을 체결했다. 양 기관은 이번 협약을 통해 도로교통 분야 발전과 활성화를 위한 업무, 정책과 기술의 발전 및 제도개선 등을 위한 업무, 국제기구·국제단체와의 협력 및 활동과 관련된 업무, 양 기관이 주최·주관하는 회의 및 행사, 교육과 관련된 업무 등에 대해 공동의 협력체계 구축해 나갈 계획이라고 밝혔다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “이번 협약을 통해 양 기관이 상호 신뢰를 바탕으로 보다 다양한 분야에서 협업할 수 있기를 기대한다며, 2025년 을사년(乙巳年) 새해를 맞아 첫 번째 MOU를 국토연구원과 체결하게 된 것을 매우 의미 있게 생각한다”고 밝혔다.

도로산업, 블록산업, 물순환 체계 발전을 위한 한국도로협회-한국블록협회-한국물순환협회 간 업무협약 체결

사단법인 한국도로협회(회장 함진규)는 한국블록협회(회장 김인태), 한국물순환협회(회장 하승재)와 함께 지난 2월 21일(금) 양재 aT센터에서 도로산업 발전과 블록산업의 저변 확대, 그리고 지속가능한 물순환 체계 구축을 위한 업무협약을 체결하였다. 이번 협약은 각 기관이 보유한 전문성을 적극 활용하여 도로 및 블록 산업 현장의 기술력을 높이고, 효율



적인 물순환 시스템 도입으로 도시 환경 개선을 이루는 것이 목표이다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “이번 업무협약이 형식적인 교류에 그치지 않고, 산업 현장의 실질적인 해결책을 찾는 계기가 될 것”이라고 밝혔다. 앞으로 세 기관은 공동 세미나 개최, 기술 교류회 등을 통해 협력 성과를 구체화해 나갈 예정이다.

아시아·대양주 도로기술협회

김성환 회장을 만나다

이번 인터뷰에서는 40년 도로산업 경륜의 아시아·대양주 도로기술협회(Road Engineering Association of Asia and Australasia, 이하 'REAAA') 김성환 회장을 만나 오는 2025년 고양에서 열리는 아시아·대양주 도로대회(이하 '도로대회')의 의미와 기대 효과를 들었다. 특히, REAAA는 23개 국가가 가입한 도로기술 단체로서 말레이시아 쿠알라룸푸르에 본부를 두고 있으며, 우리나라가 2021년부터 2025년까지 회장국을 맡고 있다. 오는 10월 26일부터 31일까지 펼쳐지는 도로대회는 국내 도로산업의 해외 진출과 건설경기 침체 극복, 그리고 미래 교통기술 협력에 있어 중대한 전환점이 될 것이다. 인터뷰를 통해 김성환 회장은 우리나라 도로기술의 우수성과 글로벌 네트워크에 대한 협력 기회를 이야기했다.



아 시 아 · 대 양 주
도로기술협회(REAAA)



Future Roads ; Hyper connection

2025 고양 아시아 대양주 도로대회 조직위원회
REAAA Conference GOYANG 2025



“2025 고양 아시아·대양주 도로대회,
국내 도로산업의 새로운 도약점이 될 것”

“이제 민관이 협력하여
차세대 도로산업 혁신에 나설 때”

이번 2025 고양 아시아·대양주 도로대회는 전 세계 도로 전문가들이 한자리에 모여 도로의 미래와 관련된 다양한 주제를 공유하고 논의하는 소통과 네트워크의 장이 될 것입니다.

Q. 김성환 회장님, 먼저 독자들에게 간단히 본인 소개와 아시아·대양주 도로기술협회의 주요 역할을 설명 부탁드립니다.

A. 안녕하세요. 저는 REAAA 회장을 맡고 있는 김성환입니다. REAAA는 아시아와 대양주 지역 내 도로산업 관련 정보를 공유하고, 기술개발과 표준화를 촉진하며, 회원국 간 협력 네트워크를 강화하는 데 주력하고 있습니다. 또한, 각국의 도로 인프라 발전을 도모하고, 회원국 및 기업 간 교류를 활성화하는 데 중요한 가교 역할을 담당하고 있습니다.

Q. REAAA가 국내외 도로기술 발전에 기여한 바는 무엇인가요?

A. REAAA는 지난 50여 년간 아시아·대양주 지역에서 기술 교류와 협력을 촉진하며 각국의 도로 인프라 개선에 중요한 역할을 해왔습니다. 특히, 지속가능한 도로산업 발전 등 혁신적인 접근 방식을 공유하며 회원국 간 상호 발전을 이끌어왔습니다. 이러한 활동은 각국의 사회경제적 발전에도 크게 기여했으며, 한국 역시 REAAA를 통해 기술적, 국제적 협력의 기회를 얻었습니다.



Q. 올해 10월 26일부터 31일까지 개최될 '2025 고양 아시아·대양주 도로대회'는 어떤 의미를 갖고 있나요?

A. 도로대회는 한국도로공사와 고양특례시가 주최하고 한국도로협회가 주관하며 국토교통부가 후원하는 대규모 국제 도로행사입니다. 여러 국가의 도로교통 전문가, 정부 관계자, 기업인들이 모여 도로산업의 현안을 논의하고, 최신 기술과 정책 트렌드를 공유합니다. 특히, 금년에 개최되는 도로대회는 전 세계 70여 개 국가에서 5,000명 이상의 도로분야 전문가들이 참가할 것으로 예상되며, 세계 도로인들이 한 자리에 모여 미래도로가 직면한 다양한 주제를 공유하는 네트워크의 장이 될 것입니다.

이번 대회는 도로분야 3대 국제기구인 REAAA를 비롯해 PIARC(세계도로협회), IRF(국제도로연맹)가 함께할 예정으로, 한국이 갖춘 우수한 도로 기술력과 산업역량을 해외에 알리고, 국내 기업들은 글로벌 네트워크뿐만 아니라 새로운 비즈니스를 형성할 수 있는 좋은 기회가 될 것입니다.



REAAA 김성환 회장

Q. 고양특례시가 개최지로 선정된 특별한 이유가 있을까요?

A. 고양특례시는 GTX 개통으로 서울 시내와 인천공항 교통 접근성이 우수해졌고, 국내외 참가자들을 수용할 수 있는 전시장·컨벤션센터·숙박시설 등의 인프라가 잘 갖추어져 있습니다. 또한 주변에는 한국건설기술연구원과 같은 도로교통 연구시설과 기술시찰, 견학 장소가 많기 때문에 다양한 현장 프로그램을 마련하기에 적합합니다. 더불어, 고양시는 스마트시티와 지속가능한 도시개발, 광역교통사업에 관심이 높아 이번 대회의 주제와도 잘 부합한다고 판단했습니다. 이러한 종합적인 조건이 맞아떨어져 고양시가 최적의 개최지로 선정되었습니다.

Q. ‘2025 고양 아시아·대양주 도로대회’가 가지고 있는 핵심 의제나 화두는 무엇인가요?

A. 핵심 의제는 크게 세 가지입니다. 첫째, 신기술 교류입니다. 자율주행, 스마트 교통체계, 친환경 공법, 차세대 모빌리티 등 미래 도로 인프라에 관한 기술적 혁신을 공유합니다. 둘째, 지속가능한 도로 인프라 관리입니다. 기후 변화 대응, 탄소중립, ESG 경영 등을 포함해 미래 지향적 과제를 제시합니다. 셋째, 각국 간 협력체계 강화입니다. 지역별 특성에 맞춘 공동 연구와 사업 모델을 발굴하여 아시아·대양주 전역에 걸친 시너지 효과를 극대화하려 합니다.

Q. 이번 대회의 주요 프로그램은 어떤 것들이 포함되나요?

A. 이번 도로대회는 다양한 프로그램으로 구성되어 있습니다. REAAA 컨퍼런스에서는 각국의 최신 도로기술과 정책 사례를 공유하고, 세계도로협회(PIARC) 연례회의에서는 글로벌 도로산업의 방향성을 논의합니다. 학술회의에서는 미래도로와 범국가적 도로기술에 대한 세션들을 구성합니다. 또한, 국제도로교통박람회(ROTREX)에서는 국내외 기업의 첨단 기술과 제품을 전시하며 참가기업과 국내·외 발주처 간 비즈니스 매칭 기회를 제공합니다. 이러한 프로그램들은 학술적 논의와 회의를 넘어 실질적인 산업 성과를 창출하는 데 중점을 두고 있습니다.

Q. 이번 도로대회를 통해 국내 기업이 해외에 진출할 수 있는 교두보를 마련하기 위해 노력 중입니다. 구체적으로 어떤 전략을 준비 중이신가요?

A. 국내 업체들의 기술적 우수성과 노하우를 홍보할 수 있는 전시회 부스 운영, 해외 바이어 및 정부 기관 담당자 상담회 등의 행사를 적극적으로 기획 중입니다. 또한, 대회 기간 중 도출되는 토론 결과나 학술대회를 통해 한국도로협회가 중심이 되어 후속 프로젝트로 연계해 나갈 계획입니다. 이를 통해 한국 도로기업이 아시아·대양주 시장에 안정적으로 진출할 수 있는 발판을 만들려 합니다.

Q. 국내 기업들이 이번 대회 참가와 후원을 통해 얻을 수 있는 기회는 무엇인가요?

A. 국내 기업들은 이번 대회를 통해 새로운 기술과 솔루션을 선보이고, 해외 바이어 및 투자자들과 직접 만날 수 있는 네트워킹 기회를 얻게 됩니다. 특히, 글로벌 시장 진출을 위한 네트워크를 구축하고 협력 기회를 제공합니다. 또한, 최신 기술 트렌드와 시장 동향을 파악하며 자사의 경쟁력을 강화할 수 있는 중요한 계기가 될 것입니다. 한국 기업들의 우수한 기술력과 제품이 세계 무대에서 주목받는 기회가 될 것으로 기대합니다.

대회 기간 중 도출되는 토론 결과나 학술대회를 통해 한국도로협회가 중심이 되어 후속 프로젝트로 연계해 나갈 계획입니다. 이를 통해 한국 도로기업이 아시아·대양주 시장에 안정적으로 진출할 수 있는 발판을 만들려 합니다.



2025 고양 아시아·대양주 도로대회 조직위원회 박철배 사무국장이 REAAA 김성환 회장과 인터뷰하고 있다.

Q. 국내 기업들이 해외로 진출하려면 어떠한 준비가 가장 중요하다고 보시나요?

A. 우선 현지 시장에 대한 철저한 분석이 필요합니다. 기술표준, 도로규격, 절차, 법령, 세금, 자금조달 방법 등 나라마다 다릅니다. 그렇기 때문에 현지 발주처뿐만 아니라 현지 기업 파트너와의 네트워킹과 신뢰 관계 형성이 매우 중요합니다. 이번 대회는 다양한 국가의 도로 전문가와 관련 기관 담당자가 한자리에 모이는 만큼, 국내 기업들이 미리 필요한 정보를 수집하고, 협업 파트너를 발굴할 수 있는 최적의 기회가 될 것입니다.



Q. 한국도로협회는 이번 도로대회 이후 성과확산을 위해 어떤 과제나 협력을 추진하는 것이 좋을까요?

A. 대회에서 논의된 결과를 토대로, 도로협회는 국내·외 기업과 기관이 참여하는 공동 프로젝트나 연구 과제를 추진해 실질적인 가치를 창출하면 좋을 것 같습니다. 예를 들어, 성과확산 기술교류회나 해외진출 세미나를 지속 개최하거나, 성과확산을 위한 공동연구를 추진하는 방식이 될 수 있겠죠.

요컨대 도로대회 이후 성과확산을 위해 정부와 협회를 비롯한 민관이 함께 역량을 모아 국내기업 해외진출 협력 프로젝트를 추진한다면, 침체된 국내 도로산업 분위기가 반등할 수 있는 좋은 전환점이 될 것이라 기대합니다.

국내기업과의 해외진출 협력 프로젝트를 추진한다면, 침체된 국내 도로산업 분위기가 반등할 수 있는 좋은 전환점이 될 것이라 기대합니다.

Q. 40년 도로 산업계를 이끌어 오신 국내 최고 전문가로서, 앞으로 도로 분야에 뛰어드는 후배 도로인들에게 필요한 것은 무엇이라고 보시나요?

A. 저는 크게 세 가지를 강조하고 싶습니다. 첫째, 끊임없는 호기심과 학습 의지입니다. 기술과 산업 환경이 빠르게 변하므로, 최신 정보를 습득하고 스스로 성장해야 합니다. 둘째, 협업 능력입니다. 도로산업은 공학, 건설, 행정, 예산 등 다양한 분야가 맞물려 돌아가므로 팀워크가 필수입니다. 마지막으로, 도로가 결국 '사람을 위한 길'이라는 관점을 늘 명심해야 합니다. 안전, 환경, 그리고 인간을 위한 시각이 후배들이 갖춰야 할 가장 중요한 자질이라고 생각합니다.



우리나라 도로산업은 우수한 기술력과 풍부한 노하우를 갖추고 있습니다. 다만 세계 시장에 적극 진출하려면, 국가 간의 정보 공유와 협력이 필수입니다.



인터뷰를 마치고 한국도로협회 최희철 상근부회장과 2025 고양 아시아·대양주 도로대회 조직위원회 박철배 사무국장, REAAA 김성환 회장이 기념 촬영을 하고 있다.

Q. 끝으로 도로교통 저널 독자들과 도로산업 관계자들에게 전하고 싶은 말씀이 있으시다면?

A. 우리나라 도로산업은 우수한 기술력과 풍부한 노하우를 갖추고 있습니다. 다만 세계 시장에 적극 진출하려면, 국가 간의 정보 공유와 협력이 필수입니다. 이번 2025 고양 아시아·대양주 도로대회가 도로산업 발전을 위한 공론의 장이 되어, 국내 외 도로분야 발전에 기여하는 의미 있는 행사가 되길 바랍니다. 끝으로, 국제 행사는 기업의 참여 없이 성공할 수 없습니다. 한국도로협회 회원사 뿐만 아니라 많은 기업과 함께 하길 희망합니다.

우리 REAAA 본회, 행사를 맡은 한국도로공사와 한국도로협회에서도 참여하는 기업에게 아낌 없는 지원과 혜택을 드릴 수 있도록 최선을 다하겠습니다. 감사합니다.

김성환 회장은 지속적인 국제협력과 업계 혁신을 통한 도로산업 발전의 비전을 제시하며, 앞으로도 REAAA와 한국도로협회를 중심으로 글로벌 네트워크를 확장해 나가기를 바란다고 전한다. 올해 10월 26일부터 31일까지 고양 킨텍스에서 개최되는 2025 고양 아시아·대양주 도로대회를 통해 침체된 도로산업에 새로운 활력을 불어넣는 계기가 되길 기대한다.





2025 고양 아시아·대양주 도로대회

REAAA Conference Goyang 2025

초연결 미래 도로
Future Roads ; Hyper-connection

떠나고 싶은 봄

미리 만나보는 벚꽃 명소 추천

벚꽃은 언제가 제철일까?
제철은 즐겨줘야 제맛!
1년 중 열흘만 딱 즐길 수 있다는
벚꽃 개화 시즌에 어디로 가야 할지 고민이라면?
세상에서 가장 긴 벚꽃길이 있는 대청호?
1,100 벚꽃 나무가 심어진 섬진강?
지금 대신 떠나드립니다~
동영상은 QR코드를 통해 확인!



• 출처: 국토교통부 공식 유튜브

세계로 가!

한국도로공사 해외 사업의 모든 것

한국도로공사가 해외에서도 고속도로를 짓는다고?
과연 어디에 건설되고 있을까요?
우수한 K-고속도로!
도로 운영에 대한 선진 노하우 전파!
한국도로공사 해외 사업의 모든 것!
동영상은 QR코드를 통해 확인!



• 출처: 한국도로공사 공식 유튜브

Q 휴대폰 QR코드 인식 후
영상이 보이지 않는다면?

A 유튜브에서 제목을 검색하거나
URL 주소를 통해 확인



주요행사

2025. 10. 26(일) ~ 10. 31(금)

고양 킨텍스(KINTEX) 제2전시장



우수연구개발 혁신제품
도공기술마켓 인증제품
중소기업기술마켓 인증제품
기술개발제품 시범구매제품

탄소 저감형 순환 중온 개질 아스콘



윤성산업개발
www.yoonsungchoi.com



www.road-trafficshow.com

ROTREX 2025

2025국제도로교통박람회

INTERNATIONAL ROAD & TRAFFIC EXPO

2025.10.28 (화) ~ 10.30 (목) KINTEX

참가업체 모집중

동시개최



주최·주관 한국도로협회 KINTEX

문의처 한국도로협회 KINTEX
T. 02-3490-1072 F. 02-3490-1019 E. global@reaaakorea2025.org
T. 031-995-8784 E. rotrex@kintex.com