



보이지 않는 곳에서
안전한 길을 만듭니다.

도로에서 미끄럽지 않게
안전하게 다닐 수 있도록

도로에서 위험한 곳 없이
안전하게 다닐 수 있도록

JEIL TRADING

(주)제일트레이딩 사업소개

제설제 사업

빠르고 강력한 용빙성능을 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 | 180

Journal of The Korea Road Association

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

인	터	뷰	한국도로학회 박철우 강원대 교수 대영스틸산업(주) 주영완 대표이사
정	책	인	사
이	트	2026년도 예산안과 선제적 SOC 투자 확대	
특	집	지하도로 민간투자사업 제도적 기반 마련을 위한 정책 개선	
정	책	과	기
술	2026년도 예산안과 선제적 SOC 투자 확대		
도	로	지	식
그	날	의	도
로	에	세	이
도	로	와	인
문	화	예	술
속	교	량	의
미	학	매	단
다	리		
가	를	정	취
를	품	은	순
천	만	의	초
대			
인	천	상	륙
작	전	의	현
장			
를			
가			
다			
조	랑	말	신
화	의	뿌	리
라	페	는	넘
어	진	차	를
손			
으			
로			
세			
웠			
어			
는			
길			
영	주	부	석
사	부	석	사
무	량	수	전
과			
의			
상			
대			
사			
도			
로			
인			
사			
이			
드			
미	래	도	로
혁	신	기	업
동	아	이	엔
지	(주)		

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

180

www.kroad.or.kr



한국도로학회
박철우 강원대 교수



대영스틸산업(주)
주영완 대표이사



이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다

한국도로협회

KROAD 한국도로협회



우수연구개발 혁신제품
도공기술마켓 인증제품
중소기업기술마켓 인증제품
기술개발제품 시범구매제품

탄소 저감형 순환 중온 개질 아스콘



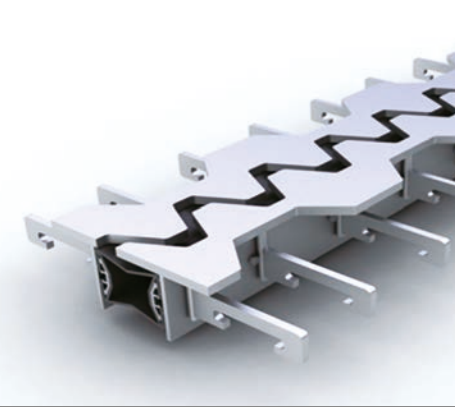
순환 중온 아스콘 국내 최초 GR 인증기업
(주)윤성산업개발



www.yoonsungchoi.com



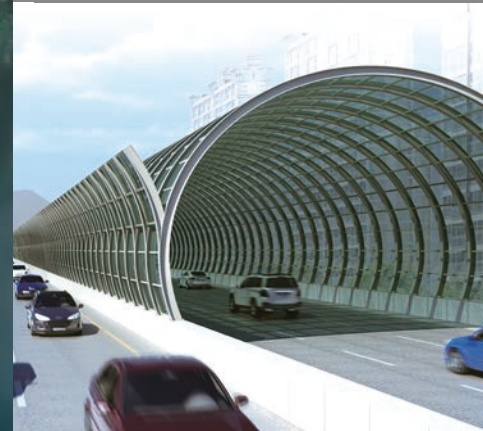
방음시설(중소기업기술마켓)



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

C o n t e n t s



6

인터뷰

1. 한국도로학회 박철우 강원대 교수 6
2. 대영스틸산업(주) 주영완 대표이사 12

정책 인사이드

- 2026년도 예산안과 선제적 SOC 투자 확대 18

특집

- 지하도로 민간투자사업 제도적 기반 마련을 위한 정책 개선 22

정책과 기술

- 도로 유지관리 스마트기술의 공사비 산정 및 사례 분석 28

업무 속 도로지식

- 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기 36
- 제12강 선진 터널공사 관리시스템(T-CMS)

그날의 도로

- 국내 최초의 현수교 남해대교 이야기 50

도로에세이

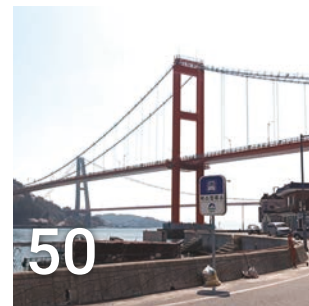
1. 한강의 기적과 함께 무너져내린 성수대교 52
2. 미군정의 도로(8)_길의 역사 28편 58

도로와 인문학

- 문화예술 속 교량의 미학_매단다리 60



12



50



60

Connecting the world,
Thinking for the future

랜선 도로여행

- 가을 정취를 품은 순천만의 초대_순천 여행 74

나라사랑 역사의 길

- 제7편_인천상륙작전의 현장을 가다 80

자동차 이야기

- 조랑말 신화의 뿌리 ⑤ 라떼는 넘어진 차를 손으로 세웠어 84

사찰로 이어지는 길

- 영주 부석사 무량수전과 의상대사 88

도로 인사이드

1. 미래 도로 혁신기업 동아이엔지(주) 96
2. 자전거 도로 정보 15편_웅진 덕적도 자전거길 100

알뜰정보

- 도로포장 위의 지속가능성, 어떻게 만들어갈까? 102
- 제2편 지속가능한 포장 기술과 그 효과

한국도로협회 소식

- 한국도로협회 소식 104



표지사진_노랑대교와 남해대교
(제공 ©Glabb_wikimedia)

| 통권 제180호 |

계 간 도로교통

발행일 2025년 10월 2일

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,
김동천, 이겨레, 윤유정, 박주훈,
이도근, 김정화, 노우현, 이현규,
이정운

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.

“노후 인프라와 기후위기라는 새로운 도전을 위해 힘을 모을 때”

“학문과 산업의 다리 놓아, 도로산업 혁신을 견인할 것”



대한민국 도로산업이 중대한 기로에 섰다. 국가기간산업의 중추로서 지난 반세기 동안 경제 성장의 대동맥 역할을 해 온 도로망은 이제 심각한 노후화 문제에 직면했으며, 인구 감소와 탄소중립이라는 시대적 과제로 인해 도로 투자의 패러다임 전환을 요구하고 있다. 다른 한편에서는 AI와 자율주행 기술이 도로의 개념 자체를 바꿀 것이라는 전망이 지배적이다. 위기와 기회가 교차하는 이 시점에서, 우리나라 도로산업의 현주소를 진단하고 미래 비전을 듣기 위해 제25대 한국도로학회 회장으로 취임하여 활동 중인 박철우 강원대학교 교수를 지난 9월 19일 “도로분야 스마트기술 활성화 포럼”에서 만났다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.



KOREAN SOCIETY OF
ROAD ENGINEERS

한국도로학회

스마트 기술과 산·학·연 협력의 혁신의 길을 열다 한국도로학회장 박철우 강원대 교수를 만나다

도로에 관련된 학술 및 기술발전을 도모하여
사회공익에 기여하는 한국도로학회

Q ____ 회장님, 안녕하세요. 많은 분들이 잘 아시겠지만, 한국도로학회에 대해 간단한 소개 부탁드립니다.

네, 반갑습니다. 저희 한국도로학회는 1999년에 창립하여 지난 25년간 도로 분야의 기술 발전과 학문 증진을 위해 힘써온 국내 유일의 도로 전문 학술단체입니다. 국가기간 산업 중 가장 기본적이고 경제활동에 근간을 이루는 SOC 분야로서, 연구와 학술의 아이디어를 산·학·연과 협력하는 핵심 허브 역할을 하고 있습니다.

현재 대학 교수님들과 연구기관 전문가들은 물론, 한국도로공사, 건설사, 설계사, 전문업체 등 현장 전문가들까지 약 4,000여 명의 회원이 활동하고 있습니다. 국내외 학술대회 개최뿐만 아니라 현장의 문제를 해결하기 위한 산학공동 연구를 수행하며 바쁘게 지내고 있습니다.

Q ____ 회장님께서 진단하시는 현재 대한민국 도로산업의 현황에 대해 한 말씀 부탁드립니다.

한마디로 과거 ‘빠르게, 많이’ 건설하는 양적 팽창의 시대가 저물고, 이제는 ‘지속가능하고 스마트하게’ 관리하는 질적 전환의 시대가 되었죠. 현재 가장 시급한 첫 번째 과제는 단연 인프라의 급격한 노후화입니다. 과거 압축 성장기에 집중적으로 건설된 도로들의 유지관리 비용이 증가하고 있어 한정된 정부 예산으로 유지관리 수요를 감당하기 힘든 상황에 이르렀습니다. 두 번째로는 미래 기술의 현장 적용에 대한 노력이 더 필요하는 것입니다. AI, 디지털 트윈 등 혁신 기술의 논의는 활발하지만, 아직 현장에서 그 효과를 체감하기는 어렵습니다. 기술이 연구에 머무르지 않고 실제 도로의 안전과 효율을 높이기 위해서는 제도적 기반 마련이 시급하다고 봅니다.

Q 현재 도로산업이 직면한 가장 큰 이슈가 있다면 무엇이라고 보십니까?

최근 기후변화로 인한 폭우, 폭설, 폭염 등의 이상기후 현상은 도로의 노화 속도를 더욱 가속화시키고 있습니다. 그 결과 포장 균열이나 교량 부식 같은 결함이 늘어나고, 유지보수 비용이 많이 들면서 사회·경제적 피해 규모도 커지고 있습니다. 예산이나 인력이 한정된 상황에서 늘어나는 보수 수요를 따라잡는 것이 정부에서도 큰 문제점이겠죠. 따라서 효율적인 유지관리 예산 확보가 무엇보다 중요한 시점입니다. 또 하나의 문제는 도로 용량과 수도권 초집중 현상입니다. 특히, 일부 수도권 지역은 교통혼잡이 매우 심각하지만, 막대한 용지 보상과 환경 훼손 우려 등을 고려할 때, 기존 도로를 수평적으로 계속 넓히는 식으로는 용량 증대에 한계가 있습니다. 따라서 지하도로와 같은 입체적인 인프라 확충도 이슈라고 봅니다.

Q 도로 노후화 문제에 더해, 우리나라 도로 공급 수준이 OECD 국가 중 낮은 편이라는 지적도 있습니다. 이 상충하는 문제를 어떻게 풀어야 할까요?

그렇습니다. 과거 우리나라 고도 성장을 지원하기 위해 도시 간의 간선도로망 위주로 투자가 집중된 결과죠. 하지만 빠듯해지고 있는 도로사업 예산을 효율적으로 활용하기 위해서는 신규 건설뿐만 아니라 기존 도로망의 효율을 극대화하는 방향으로 가야 합니다. 도시부에서는 지하도로와 같은 입체적 확충을 통해 공간적 한계를 극복하고, 교통 수요가 적은 지역은 기존 도로의 기능을 개선하고 안전을 강화하는데 집중해야 할 것 입니다. 무엇보다 이를 해결하기 위해서는 도로사업 투자 평가 기준을 바꾸는 것이겠죠. 신설 도로의 경제성 분석뿐만 아니라, 기존 도로 개량 및 유지관리가 가져오는 사회적 편익, 즉 안전 증진, 혼잡비용 감소, 환경 개선 효과 등을 종합적으로 평가하여 예산이 합리적으로 배분되도록 하는 정책적 전환이 필요한 시점이라고 생각합니다.

Q 기술 측면에서 볼 때, 도로분야에는 어떤 변화와 발전이 이루어지고 있으며, 미래 도로 기술의 방향은 무엇일까요?

도로산업에도 정보통신 기술을 융합한 데이터를 기반으로 도로 상태를 상시 점검하고 이상 징후에 선제적으로 대응하는 기술을 선보이고 있습니다. 구체적인 기술로는 5G나 IoT 통신으로 차량과 도로가 정보를 교환하는 C-ITS 기술이나, 센서나 고정밀 카메라를 활용하여 실시간 교통량과 노면 상태 수집하는 기술이 상용화되고 있죠. 최근 이슈인 AI를 활용하여 도로 위험 요소를 자동 감지하는 기술도 나왔죠. 이와 함께 친환경, 탄소중립 기술 역시 중요한 발전 축입니다. 저소음·배수성 도로포장, 제강슬래그를 활용한 아스팔트나 섬유보강 콘크리트 같은 신소재는 도로의 수명을 연장하고 유지비용을 절감하는 데 기여할 것입니다. 결국 미래 도로 기술은 디지털화, 지능화, 친환경화라는 세 가지 방향으로 정책이 추진될 것입니다.

미래 도로 기술은 디지털화, 지능화, 친환경화라는 세 가지 방향으로 정책이 추진될 것



지난 7월 7일 한국도로협회와 한국도로학회 간 미래 도로산업 발전을 위해 MOU를 체결하였다.



한국도로협회 최희철 상근부회장이 한국도로학회장인 박철우 강원대 교수와 인터뷰를 진행하고 있다.

Q AI, 빅데이터 등 디지털 전환 기술이 도로 현장에 적용되기 위해 해결해야 할 장벽은 무엇이라고 보십니까?

기술적으로는 데이터의 표준화와 통합, 그리고 공공재로서의 공유가 가장 큰 장벽입니다. 스마트 도로는 결국 데이터로 움직입니다. 하지만 현재는 도로 관리 주체별로 데이터 수집 방식과 형식이 달라 상호 호환이 어렵습니다. 전국 도로망을 아우르는 표준화된 데이터 플랫폼, 즉 '디지털 트윈'을 구축하여 모든 정보를 실시간으로 공유하고 분석할 수 있는 기반을 마련해야 합니다. 제도적으로는 도로산업의 법적 위상 정립이 시급합니다. 철도나 물류 산업과 달리 '도로산업'은 법적으로 명확히 정의되어 있지 않아 체계적인 정책 지원에 한계가 있습니다. '도로산업 발전지원법'을 제정하여 산업의 범위를 규정하고, R&D 투자, 전문인력 양성, 신기술 도입을 촉진할 수 있는 제도적 틀을 만들어야 합니다.

Q 도로산업 발전을 위해 개선해야 할 제도적 과제를 언급해주셨는데요. 특히, 도로산업의 기술이나 투자가 효과를 내려면 어떤 부분을 개선해야 하는지 여쭙겠습니다.

앞서 말씀드린 도로산업의 법적 위상 정립뿐만 아니라 미래 기술에 부응하는 법·제도 정비도 시급합니다. 자율주행차, 스마트인프라 등 새로운 기술이 등장하는 속도에 비해 현행 제도의 정비 속도는 다소 더딘 편입니다. 예를 들어 자율주행 지원 인프라를 설치하려면 도로법령과 교통 규칙의 뒷받침이 필요한데, 기술 발전 속도만큼 법·제도와 사회적 수용성 확보도 중요합니다. 또한, 이 부분도 앞서 말씀드렸다시피 도로정책 측면에서는 신설 도로 위주의 투자평가체계를 개편해 노후 도로 개량이나 유지관리에도 충분한 예산이 배정되도록 해야 합니다. 그리고, 사회적 가치와 안전을 증시하는 정책 기조에 맞게 예비타당성조사 등 평가체계도 개선되어야겠지요.

Q_____ 완전 자율주행 시대가 다가오면서 ‘차’가 아닌 ‘도로’의 역할이 더 중요해질 것이라는 전망이 많습니다. 도로 인프라는 어떻게 변해야 할까요?

맞습니다. 미래 도로는 차량과 끊임없이 통신하며 주행을 돕는 안전한 파트너가 되어야 합니다. 궁극적으로 도로는 악천후나 사각지대, 돌발상황 등 차량 센서만으로는 파악하기 힘든 위험 정보를 미리 알려주어 사고를 함께 예방할 수 있어야 합니다.

이를 위해서는 도로의 기하구조, 표지체계, 통신 방식 등에 대한 새로운 표준을 정립해야 하며, 정부와 산업계, 학계가 긴밀히 협력하여 기술을 실증하고 확산시켜 나가야 한다고 생각합니다.

Q_____ 기후변화와 환경 문제가 대두되는 가운데, 도로산업은 앞으로 어떻게 대응해야 할까요?

폭우, 폭염, 폭설 등 기상이변에 대비해 도로 인프라의 ‘기후 탄력성’을 강화해야 합니다. 이를 위해 도로 배수시설의 설계 기준을 100년 이상으로 상향 조정하고, 비탈면 붕괴를 조기에 감지하는 모니터링 시스템도 도입해야 합니다. 또한, 폐아스팔트를 재활용하는 기술을 고도화하고, 시멘

트 생산 시 탄소 배출이 적은 저탄소 재료나 산업부산물을 활용하는 등의 노력을 추진하여 도로산업도 점진적으로 친환경과 탄소중립으로 변화해야 한다고 봅니다.

Q_____ 최근 도시 계획에서는 ‘완전도로(Complete Streets)’처럼 차량 중심에서 벗어나 보행자, 자전거 이용자 등 모두를 위한 공간으로 도로를 재구성하는 흐름이 강해지고 있습니다. 이러한 흐름을 한국의 도시들에 어떻게 적용할 수 있을까요?

제가 알기로는 ‘완전도로’는 지역 공동체의 삶의 질을 높이는 공공 공간이라는 철학을 담고 있습니다. ‘도로 다이어트’와 같은 기법을 활용해서 불필요한 차로를 줄여 확보된 공간에 자전거도로, 보행로, 녹지, 생활 편의시설을 조성하는 것일 텐데요. 간선도로를 지하화하고 상부공간을 지역 주민에게 돌려주는 것도 비슷한 트렌드겠죠. 이는 교통안전을 높일 뿐만 아니라, 지역 상권을 활성화하고 주민들의 건강을 증진시키는 효과도 기대할 수 있겠습니다만, 지역 특성과 주민 소통을 통해 추진하는 지혜가 필요하겠죠. 우리 도로업계 종사자들도 이제는 교통량을 처리하는 전문가를 넘어, 쾌적하고 안전한 도시 공간을 만드는 ‘공간 설계자’로서의 역할까지 고민해야 할 것입니다.



강원대 박철우 교수가 지역 발전을 위해 다양한 활동을 추진하고 있다.



9월 19일 열린 '도로분야 스마트기술 활성화 포럼'에서 한국도로협회 최희철 상근부회장과 한국도로학회 박철우 회장(강원대 교수)이 인터뷰 후 기념촬영을 하고 있다.

Q_____ 도로 분야의 인력부족과 젊은 인재 양성 문제는 하루 이틀의 문제가 아닙니다. 회장님께서 도로 산업의 미래 인재 양성을 위한 개선 방안은 무엇이라고 보십니까?

우선 고급인력을 양성하는 대학에서는 전통적인 토목공학 지식만으로는 한계가 명확합니다. 미래 도로산업은 AI, 데이터 분석, 시스템 엔지니어링 역량을 갖춘 ‘융합형 인재’를 요구합니다. 대학 교과과정에 AI 프로그래밍, 통신 네트워크 과목을 필수적으로 가르쳐야 하며, 다양한 전공의 학생들이 함께 문제를 해결하는 프로젝트 기반 학습을 확대해야 합니다. 또한, 도로협회에서는 실무를 바탕으로 한 도로분야 스마트 기술교육을 산업계와 학계를 잇는 가교로서 추진해주셨으면 합니다. 미래 기술에 대한 프로그램을 강화하고 청년 인재들이 도로분야에서도 비전을 가질 수 있도록 노력해야 합니다.

Q_____ 도로 사업은 국민의 삶의 질과 직결되는 만큼, 지역 주민과의 소통이 사업의 성패를 좌우하는 핵심 요소가 되었습니다. 회장님께서 이러한 소통의 중요성에 대해 어떻게 생각하시며, 국민의 신뢰를 얻고 사회적 갈등을 줄이기 위해 어떤 노력이 필요하다고 보십니까?

우선 소통 강화를 위해 첫째, 계획 초기 단계부터 주민, 전문가 등이 참여하는 협의체를 구성하여 투명성을 높여야 합니다. 그리고 딱딱한 공학용 용어 대신 “이 오래된 다리를 보수하면, 폭우와 폭설에 끄떡 없습니다”와 같이 구체적이고 공감할 수 있는 메시지로 다가가야 합니다. 마지막으로, 정부가 공약한 SOC사업 리스트를 성실히 이행하고 결과를 투명하게 공개하는 플랫폼을 구축해 국민의 신뢰를 쌓는 것이 무엇보다 중요하다고 봅니다.

Q_____ 마지막으로, 한국도로학회 회장으로서 바라보는 도로산업의 미래 비전과 포부를 말씀해주십시오.

제가 꿈꾸는 미래는 기술 혁신을 통해 정체된 도로산업에 새로운 활력을 불어넣고, 교통사고 사망자 제로(Vision Zero)를 실현하는 안전한 도로, 탄소중립에 기여하는 친환경 도로를 꿈꾸고 있습니다. 이러한 이상에 한걸음이라도 더 다가갈 수 있도록 도로협회와 협력하여 우리 학술인들의 역량을 집중하겠습니다. 우리 한국도로학회는 현장의 목소리에 귀 기울이고 학문적 통찰을 더해서 세계 스마트 도로 시장을 선도하는 ‘K-로드’ 강국이 되는데 일조하겠습니다. 감사합니다. 🇰🇷

DES

토털 스틸브리지 솔루션 기업 대영스틸산업(주)

주영완 대표이사를 만나다

‘복합파설거더(CPB)와 합성형 라멘교(ATA)를 양 축으로,
설계-제작-시공-유지관리 전 과정을 하나의 시스템으로 관리’

‘데이터와 팀워크, 그리고 LCC 중심 표준 디테일로 불확실한 시장 돌파 중’

대영스틸산업(주)은 교량을 부재의 집합이 아니라 전 주기 서비스로 본다. 구조 합리성과 시공성, 경관과 유지관리성을 초기에 통합해 발주처의 총비용을 낮추는 방식이다. 복합파설거더와 ATA 합성형 라멘교 등 주력 공법은 현장에서 검증된 거둬들이며 표준 디테일로 축적되고, 제조-품질-공정관리의 디지털화는 납기와 리스크를 동시에 관리한다. 지역과 함께 성장하는 제조사, 그리고 해외 중단·단경간 시장을 향한 다음 발걸음을 묻고 답했다.

☎ __ 주영완 대표님, 대영스틸산업(주)의 “도전, 열정, 절제, 역할”이라는 경영 이념이 인상적입니다. 이러한 경영 철학을 바탕으로 대영스틸산업(주)을 어떠한 기업으로 성장시키고자 하시는지, 대표님의 비전을 듣고 싶습니다.

대영스틸산업(주)의 경영 철학은 네 단어로 요약됩니다. 도전은 익숙함에 머물지 않는 태도, 열정은 일정·품질·안전을 끝까지 책임지는 자세, 절제는 데이터에 근거한 냉정한 판단, 역할은 설계·제작·시공·유지관리 각 공정이 제 역할을 다하는 팀워크입니다. 이 원칙 위에서 저희가 지향하는 모습은 단순한 제조사가 아니라 토털 스틸브리지 솔루션 파트너입니다.

공법 제안부터 설계, 제작, 시공, 유지관리까지 전 주기에 발주처의 리스크를 실질적으로 줄이는 회사, 그것이 대영스틸산업의 비전입니다. 지역에 뿌리를 둔 제조 역량을 정교하게 다듬어 국내 시장을 더 단단히 하고, 중단·단경간 해외 시장까지 차근차근 넓혀가겠습니다.

☎ __ 최근 어려운 철강 경기에도 불구하고 400여억 원의 안정적인 매출을 기록하고 있습니다. 원자재 가격 변동성이라는 제조업의 근본적인 리스크를 어떻게 관리하고 계신지, 구체적인 전략이 있다면 말씀해 주십시오.

말씀하신 원자재 가격 변동성 관리는 저희 경영의 핵심 과제입니다. 저희는 가격 경쟁을 지양하고 ‘선기술·후원가’ 전략을 고수합니다. 즉, 프로젝트 초기에 CPB나 ATA 같은 혁신 공법을 적용하여 구조적으로 강재 사용량을 줄이고 공기를 단축하는 기술적 가치를 제안합니다. 이를 통해 원자재 가격 상승분을 상쇄하고도 남는 총 공사비(LCC) 절감 효과를 발주처에 제공하는 것이죠. 기술력으로 가격 변동성의 파고를 넘는 것이 저희의 생존 방식입니다.

ONE-STOP SYSTEM



전남 장성군에 위치한 대영스틸산업(주) 공장은 최상의 강교 생산설비를 갖추어 최고의 품질로 발주처에 납품하고 있다.

___ 강구조물, 특히 교량 분야에서 독보적인 기술력을 인정받고 있습니다. 주력 기술인 ‘CPB복합파설거더’와 ‘ATA합성형라멘교’ 공법의 장점을 알려주세요.

복합파설거더(CPB)는 지점부와 중앙부의 역할을 분리해 단면을 최적화하는 개념입니다. 비틀림과 전단에 취약해지기 쉬운 지점부에는 폐단면 성격의 요소를 배치하고, 힘이 지배적인 중앙부는 경량화해 강재 사용과 형고를 줄입니다. 곡선부가 포함된 노선에서도 일관된 성능을 내는 것이 장점입니다. 참고로, 이 기술은 국토교통부 건설신기술(제919호), LH 신기술(제2022-토목-3호), 행정안전부 방재신기술(제2020-19호)로 지정받으며 기술력을 인정받았습니다. ATA 합성형 라멘교는 저형교·단경간 조건에서 설계 자유도를 높입니다. 교각을 줄이거나 생략할 수 있는 지형·환경에서 유지관리 부담을 경감하고, 농촌·하천 등 민감 구간의 시공 리스크를 낮춥니다. 참고로 이 기술도 행정안전부 방재신기술(제2020-22호)로 지정받으며 기술력을 인정받았고, 두 공법 모두 구조적 합리성과 현장 시공성을 함께 보며, ‘최적의 단면 - 간결한 가설 - 간편한 유지관리’의 모드를 제공합니다.



___ 독자들이 실질적인 효과를 체감할 수 있도록, 다른 유사 공법과 비교했을 때 정량적인 데이터로 설명해 주실 수 있을까요?

물론입니다. 정량적 데이터로 말씀드리는 것이 가장 정확하겠지요. CPB 공법의 경우, 80m 경간 교량을 기준으로 기존 강박스 거더 공법과 비교했을 때 평균적으로 강재 사용량을 25% 이상 감소시킬 수 있습니다. 이는 곧바로 공사비 절감으로 이어져, 전체적으로 약 20%의 비용 절감 효과를 기대할 수 있습니다. 또한, 최대 100m 경간까지 적용이 가능해 기존 강합성 거더의 한계를 넘었습니다. ATA 공법은 특히 시공성과 경제성이 장점입니다. 교각과 교대 사이를 일체화하는 구조로, 동바리 설치 필요 없어 공기 단축 효과가 큼니다. 또한, 기존 라멘교 대비 기초의 크기를 40~60%까지 혁신적으로 줄일 수 있어, 터파기 및 가시설 공사량을 최소화하여 민감한 하천이나 도심지 공사에서 특히 유리합니다.

___ 대영스틸산업(주)은 기능 중심의 차도교와 함께, 보행자의 안전과 미관을 고려해야 하는 보도교 사업도 활발히 수행하고 있습니다. 이 두 분야의 경험이 기술적으로나 디자인적으로 어떻게 시너지를 내고 있는지 궁금합니다. 특히, 보도교 사업에서 축적된 경관 디자인 노하우가 차도교 수주 경쟁에서 차별화된 강점으로 적용된 사례가 있다면 구체적으로 말씀 부탁드립니다.

차도교는 기능·내구·안전이 최우선이고, 보도교는 경관·보행 편의와 야간 조도가 더해집니다. 저희는 보도교에서 축적한 경관과 난간 높이와 그립감, 조명의 눈부심 제어, 점점 동선 등을 차도교에도 적용합니다. 반대로 차도교에서 다져진 구조 안정성과 표준 시공 디테일을 보도교에 적용해 흔들림·진동·미끄럼 같은 사용자 리스크를 사전에 없앴습니다. 결과적으로 설계 단계에서의 대안 제시력이 높아지고, 발주처의 의사결정 속도와 만족도를 높이고 있다고 자부합니다.



대영스틸산업(주) 주영완 대표이사가 인터뷰 중 CPB거더에 대해 설명하고 있다.

___ 위 말씀하신 CPB 및 ATA와 같은 핵심 공법을 바탕으로 전국 각지의 다양한 교량 및 도로, 생태 공원 조성 사업에 참여하며 기술력과 시공 능력을 인정받고 있습니다. 어느 현장에 적용되었는지 궁금합니다.

광남동 행정복지센터 도시계획도로, 통영항 친수시설 조성 공사, 어등대교 인근 자전거도로 및 보행교, 백두대간 생태축 복원사업, 섬진강 생태공원 조성사업, 금호호 해상인도교, 상무정수장 진입도로 개설공사, 안양천 인도교, 순천만 국가정원 출입교량 이 외에도 인천 가정지구, 목화동 동해안 조망대, 섬진강 힐링 생태탐방로 등 성공적으로 수행한 바 있습니다

___ 강교량 전체 수명(LCC) 동안 비용을 절감하는 것이 중요합니다. 디지털 설계 방식이 어떻게 기여하고, 특히 향후 유지관리를 위한 ‘디지털 트윈’은 어떻게 만드는지 궁금합니다.

네, 저희의 모든 디지털 과정은 건물의 전 생애주기 비용(LCC)을 절감하는 데 초점이 맞춰져 있습니다. 먼저, 디지털 프로그램을 활용해 지형과 조건에 맞는 가장 효율적이

고 경제적인 구조를 빠르고 정확하게 찾아냅니다. 다음으로, 확정된 설계를 아주 정밀한 BIM 3D 설계도 모델로 만듭니다. 이 설계 정보는 그대로 공장 기계로 전송되어, 오차 없이 부재를 정확하게 제작합니다. 이후 공장에서 실제로 만들어진 부재의 최종 정보를 다시 3D 설계도에 똑같이 업데이트하여 최종 모델을 완성합니다.

이 최종 모델이 바로 디지털 트윈의 기초 데이터가 됩니다. 여기에는 각 부품의 재료, 제작 이력, 사양 등 모든 정보가 담긴 디지털 이력서가 만들어지는 셈입니다. 이를 통해 향후 어떤 부재를 언제 어떻게 수리하고 교체해야 할지 쉽고 정확하게 파악할 수 있어, 장기적으로 유지관리 비용을 크게 줄일 수 있습니다.

___ 대영스틸산업(주)은 공정 혁신과 설비 고도화를 위해 어떠한 노력을 하고 계신지, 구체적인 계획이나 도입 사례가 있다면 말씀해주시요.

저희 공장은 스마트 팩토리를 추구합니다. 핵심은 ‘데이터 기반의 품질 관리’입니다. 구체적으로는 모든 강판과 부재의 입고 시점부터 강재 시험성적서를 포함한 모든 정보를 바코드로 관리하여 자재 추적성을 확보합니다. 용접 공



대영스틸산업(주) 주영완 대표실에 전시된 각종 표창장.

정에서는 용접 조건을 실시간으로 모니터링하고 기록하여 WPS(용접절차사양서)를 준수하는지 확인합니다.

또한, 고장력 볼트 체결 시에는 규정된 토크 값으로 조여졌는지 검사 데이터를 시스템에 기록합니다. 이러한 데이터 기반 관리를 통해, 저희는 지난 2년간 제작 오류로 인한 재작업률을 15% 이상 감소시켰고, 공정별 데이터 분석을 통해 병목 현상을 개선하여 납기 준수율을 10% 가까이 향상시키는 성과를 거두었습니다.

🎙️ ____ 철강·건설 산업은 최근 급격한 시장 환경 변화와 글로벌 규제 강화에 직면해 있습니다. 이러한 위기 속에서 기회를 찾기 위한 대표님의 전략이 있다면 말씀해 주세요.

강재 가격의 변동성, 공기, 안전·환경규제 세 가지가 동시에 다가옵니다. 저희의 해법은 '선기술·후원가'입니다. 초기

에 공법·형고·가설 수순을 바르게 잡아 설계VE로 원가를 줄이고, 표준 디테일 라이브러리로 시공 리스크를 낮추는 방향으로 발주처를 설득합니다.

유지관리 관점에서는 도장 체계, 배수·배기 디테일 등을 반영해 LCCA(생애주기비용분석)에 유리한 대안을 제시합니다. 발주처의 의사결정 시간을 줄이고, 총비용을 낮추는 파트너임을 자부합니다.

🎙️ ____ 지속적으로 강조해오고 계신 R&D 역시 중요합니다. 현재 협력 중인 연구가 있다면 소개해주시고, 앞으로의 협력 계획에 대해서도 말씀 부탁드립니다.

공법의 고도화는 연구와 실험, 현장이 함께 가야 합니다. 대학·연구기관과의 공동 연구로 부재 파괴·피로·진동 등 기초 성능을 검증하고, 현장 계측 데이터를 설계 해석에 다시 재검토하는 디지털 피드백 루프를 구축 중입니다. 최근에는

신기술의 요구 성능을 충족·상향하기 위한 시험·평가를 정례화하는 중이며, 도시 보행 네트워크에 적합한 표준형 보도교 모델도 개발하고 있습니다. 검증과 표준화를 통해 설계자와 발주처가 안심하고 선택할 수 있는 옵션을 구축 중입니다.

🎙️ ____ 국내 철강·건설 산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위해, 정부나 유관 기관에 제안하고 싶은 정책적 지원 방안이 있다면 무엇일까요?

현장의 목소리로 몇 가지를 제안드립니다. 첫째, 성능기반 설계·심의의 확대입니다. 다양한 공법이 동등성을 입증하고, 합리적인 대안이 제도 안에서 경쟁할 수 있어야 합니다. 둘째, 공공 시설물 신기술의 적용 문턱 완화입니다. 사전심사-표준설계-표준시방을 연계하고, LCCA 기반의 가점을 부여하는 등 실사용을 촉진하는 장치가 필요합니다. 셋째, 디지털 전환의 발주기준이 명확했으면 합니다. 중소 제조공장의 스마트화(장비·시스템·인력)를 현장 친화적으로 지원하면 산업 전반의 품질 저변이 넓어질 것 같습니다. 넷째, 지방 하천·농촌 소하천 특성에 맞춘 저형고·교각 생략형 해법의 도입을 제도적으로 유도하여 유지관리 비용과 안전성을 함께 개선했으면 합니다.



한국도로협회 황훈희 총괄본부장이 대영스틸산업(주) 주영완 대표이사와 인터뷰하고 있다.



🎙️ ____ 마지막으로, 대영스틸산업(주)을 이끌어가는 대표로서 앞으로의 목표나 협회에 바라는 점에 대해 말씀해 주십시오.

대영스틸산업(주)은 안전과 품질, 그리고 적정 공가라는 기본을 흔들림 없이 지키는 회사가 되겠습니다. 공법의 상품화를 넘어 데이터 기반 유지관리 서비스까지 영역을 넓혀, 교량의 전 생애를 책임지는 파트너로 진화하겠습니다. 한국도로협회는 현장의 난제를 정부기관과 공유하고 표준화하는 플랫폼 역할을 해주시면 감사하겠습니다. 아울러 실무 중심의 교육과 세미나를 통한 인재양성, 표준화 적용을 촉진하는 제도 설계에서 가교가 되어주시길 바랍니다. 저희 또한 도로협회 회원사로서 도로교통분야 산업 생태계의 건강한 성장을 위해 함께 노력하겠습니다. 🇰🇷

이상호 (주)유창이앤씨 부회장은 국내·외 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

2026년도 예산안과 '선제적' SOC 투자 확대

Sang-ho

올 여름은 전국적으로 극한 폭염과 호우 등으로 고통을 받았다. 특히 강릉시는 최악의 가뭄을 겪고 있고, 비가 올 때까지 제사를 지낸다는 '인디언 기우제'라도 지내야 할 판국이다. 최악의 가뭄과 같은 자연재해야 어쩔 수 없다 치더라도, 댐과 같은 SOC 건설을 통해 이런 상황에 대한 대비는 충분히 했어야 한다. 불행하게도 강릉시는 그런 대비를 하지 못했고, 강릉시민들은 최악의 물부족 사태에 따른 고통을 겪고 있다. 원래 강릉시는 평창 동계올림픽을 앞둔 2017년 초와 작년 여름에도 물부족 사태를 겪으면서, 지하에 물을 가뒀다가 가뭄 때 활용하자는 '지하댐' 건설론이 제기됐지만 시기를 놓쳤다. 뒤늦게 연곡천 지하댐 건설에 들어갔지만 빨라야 2027년 이후에나 완공된다고 한다. 반면에 인접한 속초시는 2021년에 저수량 63만 톤 규모의 지하댐을 건설해 물 부족에서 벗어났고, 올 여름에는 '워터밤 축제'까지도 거뜬하게 치렀다. 이 사례는 '선제적' SOC 투자의 필요성을 보여준다. 사고가 난 뒤에 땀질식으로 SOC 투자를 찔끔찔끔 늘릴 것이 아니라, 선제적인 투자를 통해 사고를 예방하는 것이 중요하다.



(주)유창이앤씨
이상호 부회장

사실 기후변화는 어제 오늘 일이 아니다. 비단 댐뿐만 아니라 도로, 철도, 지하철, 공항 등 SOC 시설물은 과거의 설계기준 한도를 넘어서 극한 호우나 폭염 등에 대처할 수 있게 미리미리 지속적으로 개량해야 하고, 필요한 SOC 시설물을 신설해야 한다. 하지만 이 같은 선제적 SOC 투자 요청은 늘 재정부족, 복지, 환경 문제 등에 가로막혀 뒷전으로 밀려나곤 했다. 실제로 해마다 국내총생산(GDP)의 13~14%를 차지해 온 건설투자가 2021년부터 2024년까지 4년 연속 감소세를 기록했고, 한국개발연구원(KDI)이 발표한 '수정 경제전망'에 따르면(2025.08.12) 2025년 건설투자는 당초 전망(-3.3%)보다 훨씬 더 큰 폭의 감소세(-8.1%)를 기록할 전망이다. 이처럼 SOC를 비롯한 건설투자 감소세가 지속된다면, 기후변화에 대한 대응력은 더욱 약화될 수밖에 없다.

뿐만 아니라, 건설기업의 부도와 폐업 증가, 고용 감소, 지역 일자리 축소, 지역경제의 양극화 심화와 인프라 격차 확대는 물론이거니와 내수 경기 위축을 비롯하여 경제와 사회 전반에 걸쳐 심대한 구조적 파급효과를 초래하게 된다. 당장 정부의 올해 경제성장률 전망치만 해도 0.9%인데, 이렇게 경제성장률 전망치가 낮아진 가장 큰 원인도 건설투자 부진에 있다. 건설투자가 8% 넘게 감소한 게 성장률 하방의 중대 요인이란 게 한국은행의 진단인데, 내년 성장률 전망치 1.8%도 건설투자가 살아나지 않는다면 달성하기 어려울 것이다.

2026년에는 SOC 투자가 확대될 것이라는 기대감이 크다. 올해 출범한 이재명 정부는 2026년에 경기 회복과 지방선거 등을 감안하여 확장적 재정 정책을 펼 것으로 예상된다. 정부의 2026년 예산안도 그런 흐름을 보여준다. 정부 예산안을 보면 총지출은 728조 원으로, 올해 본예산 대비 약 8.1% 증가했다. 이는 2022년의 8.9% 이후 4년 만

에 최고 증가율이다. 그러나 정작 SOC 예산안을 자세히 들여다보면, 내년 이후에도 큰 기대를 하기 어려워 보인다.

2026년 SOC 예산 편성안은 27.5조 원으로, 올해보다 2조 원 늘어난 수준이다. 2조 원이라는 금액만 보면 증가했다고 할 수 있지만, SOC 예산 증가율(7.9%)은 총지출 증가율(8.1%)에도 못 미치며, 2022년(28조 원) 수준보다도 적다. 특히 정부의 중기 재정운용계획에 따르면, SOC 예산 증가율은 2026년 7.9% 이후 4.1%, 3.8%, 1.6%로 급속히 줄어든다. 물가상승률을 감안하면 사실상 향후 5년간 '정체 수준'을 유지하겠다는 의미나 다름없다.

SOC 사업의 주무 부처인 국토교통부 예산안은 2026년에 역대 최대 규모로 편성됐다. 도로·철도 등 SOC 사업의 안전 강화를 위한 예산이 대폭 늘어난 결과다. 하지만 법정 상위 계획이 종료되면서 도로와 철도 등 신규 사업은 크게 줄었다.

좀 더 상세히 보자. 먼저, 2026년 국토교통부 소관 예산은 62.5조 원으로 올해 대비 4.3조 원(7.4%)이나 늘었다. 이 같은 수치는 역대 최대 규모로, 정부 총지출(728조 원)의 8.6%에 달하는 수준이다. 이 중 SOC는 올해 19.5조 원에서 내년 20.9조 원으로 6.7% 늘었다. 이처럼 SOC 예산이 증가한 것은 안전 관련 예산의 증액 때문이다. SOC 예산 중 철도 분야의 노후 시설 개선 및 안전 시설 개량 등에 대한 예산은 2.9조 원이 반영됐다. 도로 분야는 겨울철 제설 작업 및 도로 살얼음 예방과 위험 도로 개선 등 시설물 투자에 2.5조 원을 투입한다.

이에 따라 전체 SOC 예산 20.9조 원 중 12.4조 원이 안전 강화를 위한 예산으로 배정됐다. 따라서 순수하게 SOC 시설물을 확충하는 예산은 8.5조 원에 그쳤다. 이로 인해 2026년도 신규 도로와 철도 사업은 대폭 감소했다. 도로 분야 신규 사업은 제천~영월 고속도로 건설을 포함해 총

“SOC 투자는 국민 복지를 위한 가장 확실한 투자”

21건(765억 원)에 불과하다. 철도는 서해선~경부고속철도 연결선 1건(20억 원)이 유일하다. 이렇게 된 이유는 올해 제2차 고속도로 건설계획과 제5차 국도·국지도 건설계획이 마무리되고, 제4차 국가철도망 구축계획(2021~2030)도 올해 수정해야 하는 상황이기 때문이다. 기존 사업은 도로가 계양~강화고속도로 등을 포함해 188건(4,471억 원), 철도는 GTX-A/B/C 노선을 포함해 6건(4,970억 원)이다. 공항은 가덕도 신공항(6,890억 원)을 포함해 총 8건(9,805억 원)의 사업 예산이 반영됐다.

2026년도 예산안 발표에 앞서, 정부는 경제관계장관 회의에서 「지방 중심 건설 투자 보강 방안」을 발표했다(2025.08.14.). 기재부, 국토부, 행안부 등 관계 부처 합동으로 부진한 지방 부동산 수요를 보완하고, 추경을 포함한 SOC 예산을 신속하게 집행하며, 공공공사 유찰과 지연을 방지하는 동시에 공사비 부담을 완화할 수 있는 제도 개선을 하겠다는 것이 핵심이다.

이 중 지역 SOC 사업의 신속한 추진을 위해 예비 타당성 조사(이하 예타) 제도를 정비하겠다는 방안이 포함되어 있다. 예타 대상 사업의 기준을 현행 500억 원에서 1,000억 원으로 대폭 상향 조정하고, 지역 성장을 촉진하기 위한 전략적 투자를 유도하는 방향으로 예타 평가 항목도 개편하겠다고 한다. 이렇게 되면 예타 과정에서 사업성 부족으로 제외되는 사업이 줄어들고, 지역 균형 발전을 명분으로 하

는 사업은 비교적 쉽게 예타를 통과할 수 있기 때문에 지방 건설 투자가 확대될 수 있다.

예타제도는 1999년에 도입될 당시만 해도 경제성 분석에 치중했다. 따라서 수요가 취약한 지방 사업들은 수도권 사업에 비해 예타 통과율이 극히 낮았다. 경제성 기준을 맞추기 힘들었기 때문이다. 다행히 지난 2006년부터 종합 평가 방식으로 바뀌어 경제성뿐만 아니라 정책성, 지역 균형 발전, 기술성 및 환경성, 자원 조달 가능성 등의 항목이 추가되면서 사정이 나아지긴 했다. 그렇다 해도 지방 교통망 확충 사업이 예타를 통과하는 것은 여전히 어려웠다.

한때 문재인 정부에서는 2019년에 서울을 제외한 전국 16개 지역 23개 철도·도로·산업단지 조성 사업을 국가 균형 발전 프로젝트로 선정해 예타를 면제하기도 했다. 예타 대상 사업 확대와 평가 항목 개선에 따라 2026년부터는 지방 SOC 사업에 대한 투자 확대 기대감도 높아지고 있다. 반면 예타제도 개선이 지방선거 정국과 맞물려 사업 타당성이 없는 지방 SOC 사업까지 손쉽게 추진된다면 재정 낭비를 초래할 수도 있다는 우려도 있다.

앞서 살펴본 바와 같이, 어려운 재정 여건 속에서도 내년에는 SOC 투자가 확대될 것이 분명하다. 다만, 물가 상승률



을 감안하거나 다른 분야의 지출 증가세와 비교해 본다면 내년 SOC 투자 증가율이 높다고 말하기는 어렵다. 향후 경제 성장과 국민 복지를 위해 선제적 SOC 투자를 유의미한 수준으로 확대하려면 몇 가지 인식의 전환이 필요하다.

기본적으로 SOC 투자를 포함한 건설 투자는 국내 경제 성장을 뒷받침하는 핵심 축의 하나다. 국내총생산(GDP)을 구성하는 항목 중 하나가 건설 투자인데, SOC 투자의 축소 내지 정체는 내수 경기 위축과 경제성장률 하락의 원인이 되고 있다. 올해 국내 경제성장률이 1%에도 못 미칠 것으로 전망되는 가장 큰 이유가 건설 투자 감소(-8.1%) 때문이라는 사실은 우리 국민들에게도 널리 알릴 필요가 있다. '진짜' 경제 성장을 위해서는 여전히 SOC 투자의 확대가 필요하다.

SOC라는 용어가 오랫동안 개발을 뒷받침하는 교통 시설물 등을 포괄해 왔기 때문인지, 아직도 우리 국민들 상당수는 SOC 투자를 국민 복지에 대한 투자와 대립되는 것으로 생각하는 경향이 많다. 그러나 실상은 그렇지 않다. 도로나 철도, 지하철 건설을 통해 출퇴근 시간을 단축시키는 효과는 단순한 경제적 효과에 그치지 않고 각 개인의 워라벨 등 국민 복지에도 지대한 영향을 미친다. 궁극적으로 SOC 투자는 국민 복지 증진을 위한 투자인 것이다.

우리 SOC 수준이 OECD 평균을 상회할 정도로 우수하고, 선진국보다 못할 게 없기 때문에 SOC 투자를 획기적으로 늘릴 필요가 없다는 주장도 많다. 그러나 이런 주장을 하는 사람들이 말하는 '선진국'이 과연 어느 나라를 지칭하는지 다시 한 번 되짚어볼 필요가 있다. 미국이나 영국은 우리 국민 대부분이 우리보다 나은 선진국으로 의심 없이 받아들이고 있지만, SOC에 관한 한 지금은 우리보다 낫다고 평가하기 어렵다. 오래전에 SOC 시설물을 구축한 뒤 신규 투자 확



“OECD 평균이 아니라 세계 최고국가를 벤치마킹해야”

대보다는 유지·보수에만 치중하다 보니, 최근에는 시설물 노후화에 따른 붕괴 등 후진국형 사고가 빈발하고 있다. 반면, 이미 세계 최고 수준의 인프라를 보유하고 있는 것으로 평가받는 싱가포르의 지속적으로 향상, 공항 등 SOC 시설 투자를 확대하고 있다. 우리가 지향해야 할 목표는 OECD 평균 수준의 국가가 아니라 세계 최고 수준의 국가를 벤치마킹하는 것이다.

국내 경기 회복을 통한 경제 성장, 국민 복지 향상, 국가 경쟁력 제고뿐만 아니라 기후변화 대응을 위해서도 '선제적' SOC 투자 확대가 필요하다. 사후약방문(事後藥方文)식 SOC 투자로는 당면한 문제 해결도 어렵고, 다가올 미래를 대비하기도 어렵다. 정부의 2026년도 SOC 투자를 위한 예산안이 연말 국회 심의과정에서 좀 더 전향적으로 검토되기를 기대해 본다. 🇫🇷

지하도로 민간투자사업 제도적 기반 마련을 위한 정책 개선

서창범 | 한국교통연구원 민간투자SOC관리지원단

1. 서론 교통문제의 한계와 지하도로의 부상

도시는 끊임없이 팽창한다. 인구가 늘어나고 차량이 증가하면서 교통 체증은 더 이상 특정 시간대나 특정 도로만의 문제가 아니라, 도시 전반에 걸친 상시적 현상으로 자리 잡았다. 시민들은 출퇴근 시간의 교통 혼잡으로 일상의 피로를 호소하고, 물류 기업들은 비효율적 운송으로 인한 비용 부담에 직면한다. 이러한 문제는 단순히 시간을 낭비하는 차원을 넘어 생산성과 국가 경쟁력에까지 영향을 미친다. 기존의 해결책은 지상 도로 확충과 대중교통 확대였다. 하지만 도심부는 이미 포화 상태에 이르렀고, 토지 보상비용 급등, 환경 훼손 우려, 주민 반발로 인해 신규 도로 건설은 점점 더 어려워지고 있다. 지하철·버스 등 대중교통 확충도 필요하지만 자동차 수요 전체를 흡수하기에는 역부족이다. 이러한 상황에서 지하도로는 도시 교통문제를 해결할 수 있는 새로운 대안으로 떠오르고 있다. 지하도로는 지상 교통을 분산해 혼잡을 줄이고, 지상 공간을 재활용하며, 대기오염·소음·안전 문제를 동시에 개선할 수 있는 잠재력을 지닌다. 스페인, 프랑스, 미국 등 주요 국가들은 이미 지하도로 건설을 통해 교통 효율과 도시 경쟁력을 강화한 경험을 축적했다.

이러한 지하도로 사업은 대규모 자본이 투입되는 사업으로 국내에서는 (예비)타당성조사를 거쳐 사업추진의 타당성을 인정받아야 추진이 가능하다. 하지만 현행 제도와 편익 산정체계로는 지하도로의 다양한 효과 및 특수성을 반영하지 못한다는 근본적 문제가 있다. 시간 절약 이외의 여러 편익이 간과되거나 과소평가되면서 경제성이 낮게 산출되고, 투자의 유인이 약화된다. 결국 투자 우선순위에 서도 밀리게 된다. 이제는 지하도로의 사회적·경제적 가치를 재평가하고, 제도적 기반을 마련해야 할 시점이다.

2. 현행 제도의 한계

지하도로 사업의 타당성 평가가 부정적으로 나오는 가장 큰 이유는 현행 편익 산정체계가 지상 도로 중심으로 설계되어 있기 때문이다. 현재 도로의 편익 산정은 교통수요예측 모형을 기반으로 통행시간 절약, 차량운행비 절감 등을 중심으로 계산된다. 그러나 지하도로의 특성은 단순한 시간 절약에 국한되지 않는다. 대기질 개선, 소음 저감, 경관 개선, 지상 공간 재활용 등 다양한 편익이 존재하지만, 이들은 체계적으로 반영되지 않고 있다. 예를 들어, 도심부 대기질 개선 효과는 의료비 절감·건강 수명 연장 등으로 수천억 원 규모의 가치를 지니지만 평가에 반영되지

않는다. 지상부 토지 가치 상승 또한 지방재정 강화로 이어질 수 있으나, 현재 체계에서는 고려되지 않는다. 최근 국내 지하도로 사업은 민간에서 제안이 활발히 이루어지고 있다. 민간투자방식의 사업은 적격성조사 절차를 거치며, 경제성과 재무성을 동시에 본다. 하지만 다양한

공공적 편익과 사회적 가치가 과소평가되다 보니, 타당성을 확보하기가 쉽지 않다. 지침에는 지하도로 특화 항목이 없어 실무자들이 기존 도로 기준을 그대로 적용하는 실정이다. 이는 지하도로 사업 추진을 가로막는 구조적 한계로 작용하고 있다.

<표 1> 국가별 도로사업 타당성평가 항목 비교

구분		국가				
		한국	영국	일본	독일	미국
차량운행비용 절감 편익		●	●	●	●	●
통행시간 절감 편익		●	●	●	●	●
교통사고비용 절감 편익		●	●	●	●	●
환경비용 절감 편익	대기오염	●	●	○	●	●
	온실가스	●	●		●	●
	소음	●	●		●	●
	토질/수질오염			○		
경관개선		○	○	○	○	
지역정책		○				
경제발전		○				
통행시간 신뢰성가치		●	●		○	
선택가치(사용·비사용가치)			○			○
쾌적성 가치			○	○		
접근성 개선 효과			○	○		
지역 단절 효과			○		○	
혼잡 완화 효과(대중교통)			○			
유발교통 효과					○	
항만/공항 연계 개선 효과					○	

주: ●: 직접편익항목으로 화폐 가치화하여 경제성분석(B/C 분석)에 반영
○: 간접편익항목으로 정성(혹은 정량)평가하여 종합평가에서 고려
자료: 한국도로공사(2022) 참고

3. 해외 지하도로 사례

1. 미국 보스턴 ‘빅딕 프로젝트’

보스턴은 세계적으로 가장 유명한 지하도로 사업을 추진했다. 1980년대 시작된 “빅딕(Big Dig)” 프로젝트는 노후

한 도심 고속도로를 지하화하고, 상부를 공원과 상업지구로 재개발한 대규모 사업이다. 초기 예산 초과와 공사 지연, 안전 문제 등으로 비판이 많았으나, 완공 이후 도심부 교통 혼잡이 크게 줄고 대기질이 개선되었다. 상부의 “로즈 케네디 그린웨이”는 보스턴의 새로운 명소로 자리 잡았다.

[그림 1] 미국 보스턴 Big-Dig



자료: 조선일보, “25년 걸려 보스턴을 교통 지옥서 구한 ‘빅딕’”, https://reality.chosun.com/site/data/html_dir/2017/10/29/2017102901162.html(2023.10.15. 최종방문)한겨레, “보스턴 ‘빅딕’의 빛과 그림자”, <https://www.hani.co.kr/arti/PRINT/316871.html> (2023.10.15. 최종방문)

2. 스페인 마드리드 ‘M30’

스페인 M30은 수도인 마드리드를 순환하는 고속도로이나 심각한 대기오염과 인근 만사나레스 강의 수질을 악화시키는 등의 문제가 발생하였다. 이후 지속적인 도시의 확장으로 M30 내부와 외부 지역 간 단절이 심화되어 M30 도로의 지하화 사업인 ‘Calle 30’ 프로젝트가 추진되었다. 기존 도로의 지상부에는 공원, 미술관, 예술센터 등 각종 커뮤니티 시설이 조성되었고, 단절되었던 양쪽 지역은 보행교를 통해 연결이 가능해졌다. 이 외에도 지하터널 이용 차량이 20만대가 넘는데 터널 내부에 설치한 필터 시스템으로 대기오염이 크게 개선되었다.

3. 말레이시아 쿠알라룸푸르 ‘SMART’

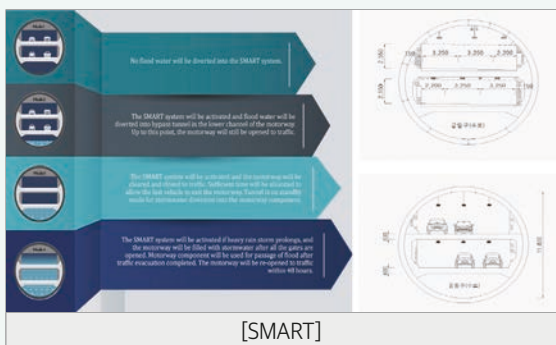
말레이시아 수도 쿠알라룸푸르는 급격한 도시화로 인한 Klang강의 범람에 의한 홍수피해를 방지하고 늘어난 교

량에 대응하기 위하여 SMART(Stormwater Management and Road Tunnel)를 계획하고 건설하였다. SMART는 복층구조로, 도로뿐만 아니라 하부에 저류조를 포함하고 있어 홍수조절 터널로 활용하도록 운영하는 것이 특징이다.

[그림 2] 스페인 및 말레이시아 지하도로 사례



[Calle 30 - M30]



[SMART]

자료: 위키피디아, “Autopista de Circunvalación M-30”, https://en.wikipedia.org/wiki/Autopista_de_Circunvalaci%C3%B3n_M-30(2024.09.09. 최종방문), ITA AITES, “CALLE 30 - M30 MADRID”. <https://tunnel.ita-aites.org/en/cases-histories/case/m30-madrid>(2024.09.09. 최종방문) 김현수 외(2012), 「TBM TBM 도로터널의 단면특성 및 하부공간 활용을 위한 유효면적 검토」 KAT 한국터널지하공간학회 논문집, 제14권 제 2호.

4. 지하도로의 다양한 효과

지하도로는 단순히 새로운 도로를 하나 더 건설하는 것이 아니다. 교통, 환경, 안전, 도시 공간, 서비스 등 다양한 편익을 제공할 수 있는 종합 SOC 인프라다.

지하도로의 가장 직접적인 효과는 통행시간 절약이다.

연간 수십, 수백만 명의 이용자가 매일 시간을 절약한다면, 사회 전체의 시간 가치 절감액은 수조원에 이를 수 있다. 물류기업 입장에서는 운송 회전율이 높아져 비용 절감 효과가 발생할 수 있다. 환경부문에서는 지하도로 건설로 평균 속도가 높아지면 연료 소모량이 줄어들어 배출가스가 감소한다. 또한 지상부 교통량 감소는 소음 피해를 줄여 주거환경을 개선한다. 안전적인 측면으로 경찰청 통계에 따르면 국내 교통사고의 70% 이상은 교차로나 신호 위반

에서 발생한다. 지하도로는 교차로가 없는 연속 주행 구조이므로 사고율을 크게 줄일 수 있다. 또한 긴급차량 전용 차로 확보가 용이해 화재·재난 상황에서 골든타임 확보에 유리하다. 지상 공간 재창출은 지하도로로 인해 제공될 수 있는 가장 큰 편익 중 하나다. 도로 상부를 공원·광장·상업 지구·주거지로 활용하면 토지 가치가 상승하고, 도시 경관도 개선된다. 일본 도교는 고속도로 일부를 지하화하고 상부를 친수 공간으로 조성해 관광과 상업을 활성화했다.

<표 2> 유형별 지하도로 사업 기대효과

유형	기대효과	세부 내용
교통 부문	대중교통 활성화	지하도로 건설로 확보된 상부 공간을 대중교통 인프라로 활용한 도시 내 대중교통 이용 활성화
	교통혼잡 완화	지하도로 건설 및 교통량 분산에 따른 교통 혼잡 완화로 주요 시설 접근시간 감소 효과
	주차공간 조성 가능성	지하도로 설계 및 건설과정에서 주차공간 추가 확보에 따른 인근 지역주민들의 주차난 해소 효과
환경 부문	소음저감	도로 지하화 사업으로 소음 피해인 성가심과 건강악화가 줄어들어 발생하는 편익
	열환경 개선	도로 지하화, 상부 공간 녹지화 등에 따른 열환경 개선 효과
	환경비용 개선	공기정화시설 설치로 인해 지상도로에 비해 대기환경의 개선에 기여하는 가치
	서식지 피해 저감	도로 지하화 사업으로 서식지 손실, 서식지 분절, 서식지 질 저하 비용이 절감되어 발생하는 편익
	자연경관 개선	인접지역 거주자 또는 방문객이 느끼는 심미적인 만족도 향상과 자연이 갖는 고유가치의 보존
도시 및 사회경제 부문	지하공간 활용도 증대	배수시설 조성으로 침수 예방 및 지하도로 자체를 배수로로서 활용 가능
	지역단절 해소	도로 지하화 사업으로 우회하던 보행자의 통행시간이 절감되어 발생하는 편익
도시 및 사회경제 부문	상부 공간 활용성	도로 지하화에 따라 기존 도로를 활용하여 여가·생활·문화 공간 등을 제공할 수 있는 사회적 가치
	토지가치 상승	상권 활성화에 따른 지가 상승, 보행공간 추가 조성에 따른 상권 활성화 효과
	선제적 사고 예방	지진 발생, 지반침하 시 피해 감소 효과 기상이변에 따른 영향 최소화
도시 및 사회경제 부문	포장비용 저감	자연환경에 노출되는 영향이 거의 없으므로 도로포장에 대한 비용 절감 효과

5. 정책 개선 방향

「제2차 고속도로 건설계획(2021~2025)」 및 「교통 분야 3대 혁신 전략(2024.01)」 등에서는 지하도로 사업 추진의 정책방향을 마련하고, 구체적인 노선계획까지 구상하고

있다. 지하도로는 기존 도로의 교통혼잡을 완화시키고, 상부공간의 다양한 활용가치를 포함할 수 있어 장래 인프라 시설 구축 대안 중 하나로 떠오르고 있다. 특히 지하도로 사업은 국토부에서 현재 마련 중인 「제3차 고속도로 건설 계획(2026~2030)」과 “K-지하고속도로 국가R&D 사업”¹⁾

1) 한국도로공사는 5년(24년~28년)간 「초장대 K-지하고속도로 인프라 안전 및 효율향상 기술개발」 연구를 수행 중임

등을 통해 지속적이고 집중적으로 다루어질 것으로 예상된다. 지하도로로 인한 실질적인 효과를 추가적으로 살펴보고 지하도로 특성을 반영한 타당성 평가 방안에 대해서 논의되어야 한다. 또한 정부의 정책기조와 국민의 요구 증대에 따라 향후 지하도로 사업의 중요성이 높아질 것으로 예상되어, 원활한 추진 동력을 확보하기 위한 제도적 기반의 마련이 필요하다.

SOC 사업의 편익 산정체계는 오랫동안 지상 도로와 철도 중심으로 발전해 왔다. 교통수요예측, 시간 절약 효과, 혼잡 완화 등은 비교적 정형화된 산정 방식이 존재한다. 그러나 지하도로의 다양한 효과, 사회적 가치를 반영하기 위해서는 편익 산정체계를 보완할 필요가 있다. 지상 교통 혼잡 해소로 인한 대기질 개선, 소음 저감, 도시 경관 개선, 지상 공간 활용 가치는 편익 산정 과정에서 충분히 반영되어야 한다. 지하도로 민간투자 적격성 조사는 경제적 타당성과 함께 재무적 타당성을 요구하는데, 현행 제도에서는 1단계에서 편익을 제대로 반영하지 못하여 다음 단계인 재무적 타당성 검토로 이어지지 못하는 한계를 가지고 있다. 실제보다 낮은 타당성 평가 결과가 나오고, 민간의 투자 매력도가 떨어질 수 있다. 또한 지하도로의 다양한 효과를 분석하기 위해서는 교통·환경·도시계획 데이터가 유기적으로 연계되어야 한다.

지하도로 사업의 성공적 추진을 위해서는 제도적 정비, 평가 체계 개선, 민간투자 활성화라는 세 축이 조화롭게 마련되어야 한다. 지하도로는 환경·안전·도시 계획적 특성이 강한 복합 인프라임에도 불구하고, 관련 항목이 지침에 명시되어 있지 않다. 따라서 지침에 지하도로 특화 편익 항목 신설, 환경 및 안전 지표의 정량화, 지상 공간 활용 가치 반영 기준 설정이 필요하다.

또한 타당성 평가체계의 다원화도 고려되어야 한다. 즉, 지하도로의 평가 체계는 단순히 비용·효율 중심에서 벗어나야 한다. 지금까지의 도로 타당성 평가에서는 “혼잡 완화 → 시간 절약 → 비용 절감”으로 비교적 단순한 방식으로 효과가 검토되어왔다. 그러나 지하도로는 환경 개선,

안전 증진, 도시 가치 창출이라는 더욱 큰 효과를 기대할 수 있는 사업이다. 따라서 지하도로 평가체계는 교통, 환경, 안전, 도시 가치 등 다차원적 비중을 반영할 수 있도록 설계해야 한다.

지하도로 사업이 정착되고, 안정적인 운영이 되기 위해서는 기술적·환경적 과제도 존재한다. 경제성 분석 개선, 첨단 기술 개발, 환경·안전 대책 강화, 법·제도 정비, 미래 모빌리티와의 연계 연구가 지속 필요하다. 특히, 단순한 교통 인프라가 아닌 “스마트·친환경·복합 기능을 갖춘 미래형 지하공간”으로 발전하는 방향으로의 지하도로 모델 개발이 필요하다.

지하도로는 초기 투자비용이 막대하다는 특징을 지닌다. 따라서 민간이 투자할 유인을 제공하려면 리스크 완화 장치가 필요하다. 대안으로는 수익 공유형 제도(민간과 정부가 초과수익 및 부족수익을 일정 비율로 분담), 정책적 금융지원(장기 저리 융자, 보증), 세제 혜택(투자세액공제, 감가상각 특례) 등을 고려할 수 있다. 또한 단계별 투자 회수 구조를 설계해 초기 투자 리스크를 낮추는 방안이 필요하다. 결국 정책 개선은 단순한 규제 완화가 아니라, 민간과 공공이 협력해 위험과 성과를 공유하는 지속가능한 투자 생태계를 조성하는 방향으로 추진되어야 한다.

6. 결론 및 향후 과제

지하도로 사업은 재정투입이 대규모로 이루어지기 때문에, 민간투자 방식에서의 추진을 고려하지 않을 수 없다. 장래 지하도로는 복합형, 결합형식으로 많은 제안이 이루어질 것으로 판단되며 도로 기능 외에도 물류 터널, 전력·통신선 매설 공간, 상업 공간 등과 결합하는 방식 등 다양화 될 것이다. 지하도로 민간투자사업은 단순한 도로 건설이 아니다. 이는 도시 공간을 재창조하고, 환경과 안전을 지키며, 시민의 삶을 근본적으로 변화시키는 혁신적 인프라 프로젝트다.

하지만 무분별한 사업의 추진도 경계되어야 할 것이다.

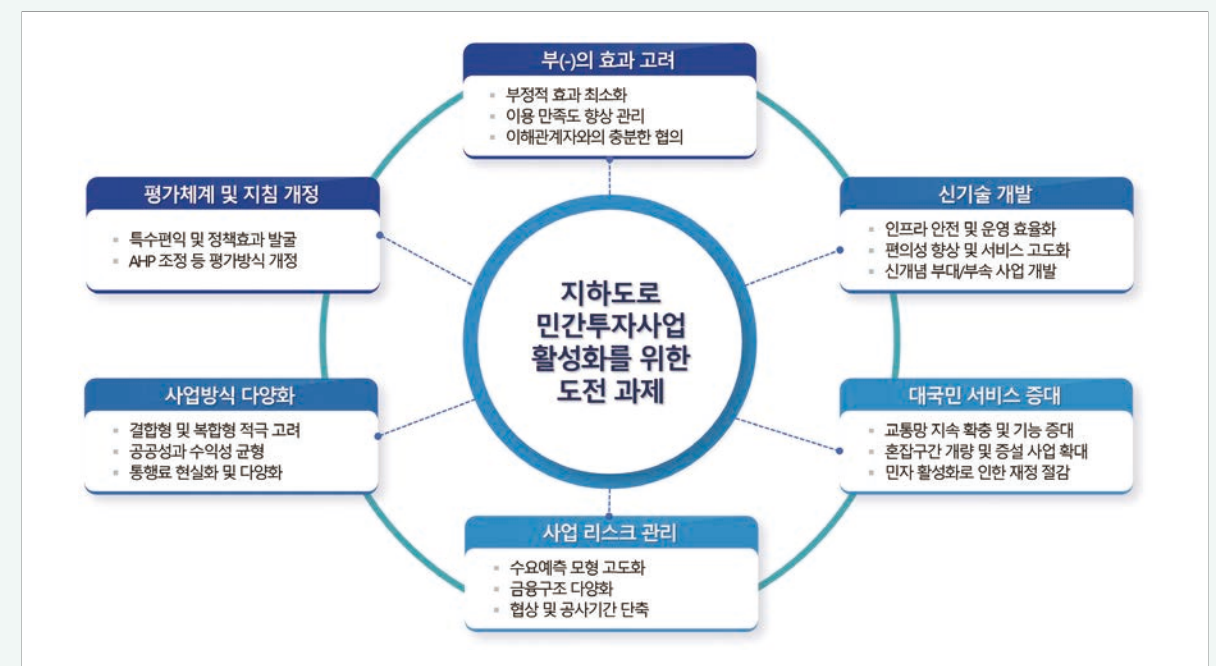
지하도로 사업 추진시 부정적 효과도 다양하게 동반할 수 있으므로, 이로 인해 발생하는 사회적 부(-)의 편익 또한 고려되어야 한다. 에너지 사용량 증가, 사고발생 대형화 가능 등 부의 효과를 사전에 파악함으로써 지하도로 사업 추진 시 균형 있는 시각을 가지도록 하는 것이 필요하다. 앞서 살펴본 바와 같이, 현행 제도의 한계는 지하도로의 다양한 효과와 가치를 과소평가하는 데 있다. 따라서 편익 산정체계의 정교화와 정책 개선이 필요하다. 교통, 환경, 안전, 도시 가치 등 다양한 효과를 통합적으로 반영하는 새로운 분석 체계를 마련하고, 민간투자 유인을 강화하는 정책적 지원이 병행되어야 한다. 궁극적으로 지하도로는 지속가능한 도시 발전을 위한 도구로 사용될 수 있다. 따라서 지하도로 사업은 단기적 경제성에 얽매이지 않고,

장기적 도시 경쟁력 강화의 관점에서 접근해야 한다. 그렇게 할 때 지하도로는 도시의 미래를 여는 열쇠이자, 민간 협력의 성공 모델로 자리 잡을 수 있다. 

참고 문헌

1. 국토연구원(2021), 「SOC 사업의 사회적 가치 평가체계 구축 연구」
2. 기획재정부 보도자료(2024), 「민간투자 활성화 방안」을 통해 향후 5년간 민간투자사업 30조원 이상 확대(2024.09.30.)
3. 김민준(2024), 「지하도로 사업의 패러다임 변화」, 도로정책 Brief No.164
4. 문정원·이창희(2023), 「지하고속도로 추진 현황 및 계획」, 한국도로협회, 도로교통 171호
5. 서울대학교(2012), 「철도부지 지상/지하화 편익 산정 방안」
6. 장수은·엄기중·김선화·배윤경·김상록(2021), 「도로 지하화 사업의 신규 편익 발굴」, 교통연구
7. 한국교통연구원(2012), 「경제·사회 여건 변화에 대비한 교통투자사업 평가체계 정립 연구」
8. 한국터널지하공간학회(2020), 「도심지 대심도 터널 건설에 따른 영향분석 연구」

[그림 3] 지하도로 민간투자사업 활성화를 위한 도전 과제



본 원고는 한국교통연구원에서 2025년 연구과제로 수행한 「지하도로 민간투자사업의 제도적 기반 마련을 위한 편익 산정체계 및 정책 개선」을 토대로 재작성 하였습니다.



도로 유지관리 스마트기술의 공사비 산정 및 사례 분석

A Study on the Cost Estimation and Case Analysis of
Smart Technology for Road Maintenance

양구승 | (주)다산이엔지 기업부설연구소 부사장
이도근 | 한국도로협회 기술연구센터 스마트인프라연구실 책임연구원
김용일 | 서울대학교 건설환경공학부 강의전담 교수
이만수 | 서일대학교 건설시스템공학과 조교수



1. 서론

건설공사 전체 단계의 생산성, 안전성, 공정, 품질, 환경성 등을 향상시키기 위해, 건설사업의 계획·설계·시공·유지관리 전 분야에서 첨단 스마트 기술을 적용하는 사례가 국내외에서 활발하게 진행되고 있다.

이러한 스마트 건설기술이 현장에 적용되고 활성화되기 위해서는 기술 개발자, 발주자, 설계자, 시공사 및 시설관리자 등이 공유할 수 있도록 개발 기술에 대한 다양한 정보가 객관적이고 투명성 있게 제공되어야 한다. 즉, 스마트 건설기술에 대한 개요, 적용 조건, 적용 범위, 유의 사항, 기존 기술과의 비교 시 경제성, 안전성, 품질, 공정, 주변 환경에의 영향, 비용 형태뿐만 아니라 공사비 내역, 시공 단가 및 시공 방법 그리고 지적 재산권, 실적(실험 등 포함), 기타 자료 등이 객관적으로 제공되는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 다양한 스마트 건설기술 중 주로 도로 유지관리에 활용되는 일본의 스마트 신기술에 대해, 대가 산정(공사비 산정)을 위한 주요 내역의 구성, 특징, 대표 사례 등을 중심으로 조사·분석하였으며, 특히 공사비의 비용 형태(COST TYPE)에 있어 기존 기술과의 비교, 시공량에 따른 특징 등을 중심으로 분석한 결과를 제시하였다. 분석 대상은 일본 NETIS(신기술 정보제공 시스템, New Technology Information System)에 등재된 신기술 중 최근 5년 이내에 개발·등재된 도로 유지관리를 위한 60여 개 스마트 기술을 대상으로 하였으며, 향후 국내의 도로 유지관리를 위한 스마트 건설기술의 개발과 실용화 및 활성화에 참조가 될 수 있도록 하였다.

2. 도로 유지관리 스마트 건설 기술 사례(공사비 반영 및 산정 중심)

도로 유지관리에 관한 다양한 스마트 건설기술의 대표적인 사례 중의 하나로서, 기술의 특징, 시공 순서 및 공사비 산정 시 활용되는 주요 내역 등을 중심으로 도로점검 스마트 기술의 사례를 소개하면 다음과 같다.

2.1 기술명 : 스마트폰 활용 도로점검 DX 시스템

2.2 기술 개요 및 특징

가. 이 기술은 순찰차 등에 장착한 스마트폰을 활용한 도로 점검 DX 시스템이다. 기존에는 육안 점검과 전용 차량에 의한 노면 성상(性狀) 조사를 하였으나, 본 기술을 통해 도로 순찰 효율화와 노면 점검을 동시에 실시할 수 있어 도로관리 품질향상과 점검 비용절감을 기대할 수 있다.

나. 점검원의 육안 판단에 의존하던 도로 순찰이나 노면 점검 대신 AI 화상 진단을 도입함으로써 점검원의 경험차·숙련도 차이에 따른 편차 없이 일정한 평가가 가능해지고, 손상 부분의 누락도 방지할 수 있어 품질 향상으로 이어진다.

다. 고가의 전용 차량(노면 성상 측정차 등)에 의해 실시하던 노면 점검이, 범용성이 높은 스마트폰 기기의 활용으로 도로 패트룰(일상 관리) 기회를 통해 가능해졌으며, 전문 점검원도 불필요해져 점검 비용(기기·인건비)을 절감할 수 있다.

라. 도로를 높은 빈도로 점검하고 AI를 통해 준 실시간으로 진단할 수 있어, 긴급 보수 및 주민 요청·통보에 신속하게 대응할 수 있으며, 포장 손상 상황을 웹 지도 상에서 시각화할 수 있다.

2.3 적용범위

가. 적용 가능한 범위 : 정상적으로 차량이 다닐 수 있는 포장 도로 (계측속도 0 - 80km/h)

나. 특히 효과가 높은 적용 범위 : 포장 도로의 점검

다. 적용할 수 없는 범위

- GPS를 장시간 수신할 수 없는 경우에는 IRI·단차해석 적용 불가
- 야간시 등의 충분한 빛의 양을 얻을 수 없는 경우에는 화상 해석 적용 불가
- 긴 터널 구간 등 GPS·빛의 양 모두 장시간 충분히 취득할 수 없는 경우 적용 불가

<표 1> 활용효과 (비용형태(COST TYPE) B + 형 ([그림 2] 비용 형태(cost type)의 분류 참조)

비교 기준 기술	육안 점검과 전용 차량에 의한 노면 성상 조사	
항목	활용 효과	비교 근거
경제성	향상 (32.67%)	스마트폰, AI분석 활용으로 작업 인·공(人·工) 감소
공정	단축 (30.14%)	스마트폰, AI분석 활용으로 작업 일수 감소
품질	향상	순찰자가 확인할 수 없는 경미한 손상(포트홀)도 검지 가능
안전성	비슷한 정도	-
시공성	향상	스마트폰이나 AI 해석의 활용으로 작업 간소화(전용 차량, 조사원 등 필요 없음)
주변 환경에의 영향	비슷한 정도	-
기타·기술의 특징	기존에는 전용차량이나 조사원이 필요해, 점검비용이 높다는 과제가 있었지만, 본 기술은 일반 차량에 스마트폰을 탑재해 누구나 쉽게 점검이 가능한데다 AI 기술로 기존과 동일한 분석을 할 수 있게 되어, 점검작업 효율화 및 점검비용 절감이 가능해짐.	

<표 2> 기존기술과의 경제성 등 비교

* 기준수량 : 100km 작업

(원: 엔 환율기준 10:1)

구 분	스마트 신기술	기존기술	향상 정도
경제성	14,335,000원	21,290,000원	32.67%
공정	25.5일	36.5일	30.14%

<표 3> 스마트 신기술의 내역

(원:엔 환율기준 10:1)

항목	규격	수량	단위	단가	금액	비고
계획 준비	-	1	식	914,000원	914,000원	-
협의	-	1	식	343,000원	343,000원	-
자료조사	-	100	km	10,490원	1,049,000원	-
노면성상측정	일반차량에 스마트폰을 설치	100	km	37,030원	3,703,000원	노면 성상 측정을 수주자가 실시하는 경우는 계상
데이터 해석	본 시스템 (GLOCAL-EYEZ)	100	km	57,400원	5,740,000원	-
점검기록 양식 작성	양식A, 점검사진작성	100	km	10,490원	1,049,000원	-
xROAD 등록	-	100	km	15,370원	1,537,000원	xROAD에 등록하는 경우

2.4 시공 단계 설명

가. 공통 시공조건 : 시공수량 100km, 일반국도

나. 스마트 신기술 : 스마트폰을 통한 도로 점검 DX 시스템 GLOCAL-EYEZ에 의한 포장 점검, 갈라짐, 바퀴자국 패임, IRI의 평가 등

다. 기존 기술 : 노면 성상 측정차에 의한 포장 점검, 갈라짐, 바퀴자국 패임, IRI의 평가 등

2.5 시공방법(작업 내용 및 절차)

가. 스마트폰에 GLOCAL-EYEZ 앱을 설치하고 부팅, GLOCAL-EYEZ 앱에 계정 입력

나. 스마트폰을 차량에 설치 : 설치 후 차량 휠베이스와 스마트폰 설치 위치로부터 앞바퀴까지의 거리를 컨벡스로 측정하여 GLOCAL-EYEZ 앱에 입력

다. 점검(촬영 시작 버튼과 정지 버튼 누름)

라. 점검 종료 후, 촬영 동영상상을 10m마다의 화상으로 변환

마. 이미지 데이터를 AI 분석 클라우드 서버에 업로드

바. 인터넷에 접속할 수 있는 단말기(PC 등)에서 GLOCAL-EYEZ의 HP에서 전용어카운트로 로그인하여 점검 결과(AI 해석 결과)를 확인

사. 노면점검장표 출력이 필요한 경우는 도로대장 등의 노선 기본정보를 바탕으로 시스템 관리자 측에서 점검기록 양식을 출력

[그림 1] 시스템 개요



3. 비용 형태(COST TYPE)의 분석

본 연구에서 조사·분석한 60개 이상의 도로 유지관리 관련 스마트 건설기술의 비용 형태(COST TYPE)에 대해, 시공량의 증가에 따른 공사비의 변화 양상별로 6가지 형태로 구분하여 비교, 분석한 결과는 다음과 같다.

3.1 비용 형태(cost type)

본 연구에서 활용하고 있는 각 스마트 건설기술의 다양한 비용 형태의 분류는 다음과 같다.

[그림 2] 비용 형태(cost type)의 분류 (스마트 신기술 : 청색 실선, 기존기술 : 적색 점선)

구분	cost type		설명
손익분기점형 : A	A(+) 	A(-) 	플랜트 설치 등 초기 투자에 비용이 들지만, 건설량이 증가하면 단위당 단가가 감소하는 형태 ※ 잔토 처리 기술 등
병행형 : B	B(+) 	B(-) 	도입 시점부터 단가 차이가 있으며, 시공량에 관계없이 그 차이의 변화가 없는 형태 ※ 건설기계 등의 차이로 인한 기술 등
발산형 : C	C(+) 	C(-) 	도입시 단가 차이 유무에 관계없이, 시공량에 비례하여 단가 차이가 증가하는 형태 ※ 재료 및 제품을 포함하는 기술 등

※ 비용 형태(cost type)의 분류 (cost(수직축) - 시공량(수평축))

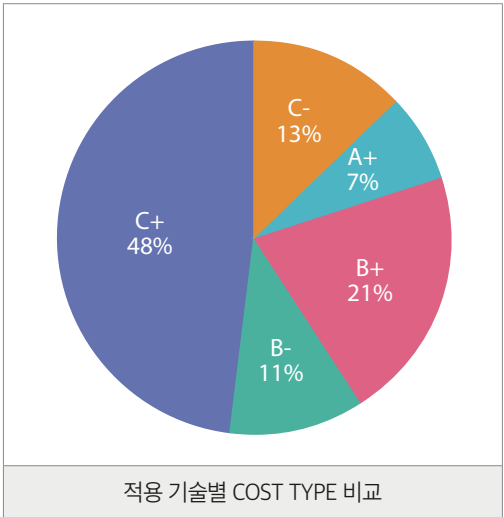
3.2 분석 결과

본 연구에서 조사·분석한 60개 이상의 도로 유지관리 중심의 스마트 건설기술들을 대상으로, 6가지 비용 형태별로(cost type : A+, A-, B+, B-, C+, C-) 분석한 결과는 다음과 같다.

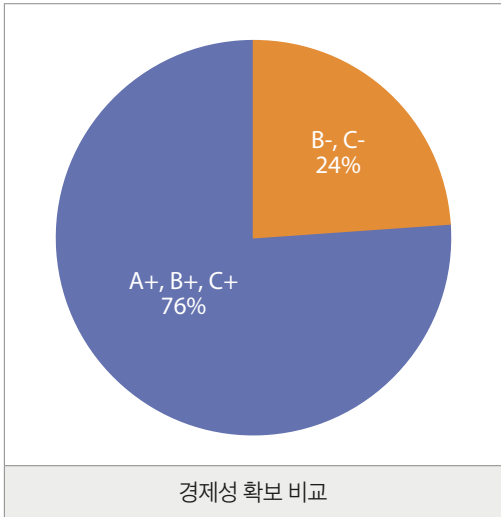
<표 4> 비용 형태(cost type)의 분포

구분	A+	A-	B+	B-	C+	C-
빈도	4	0	13	7	30	8

[그림 3] 비용 형태(cost type)의 분석 결과1



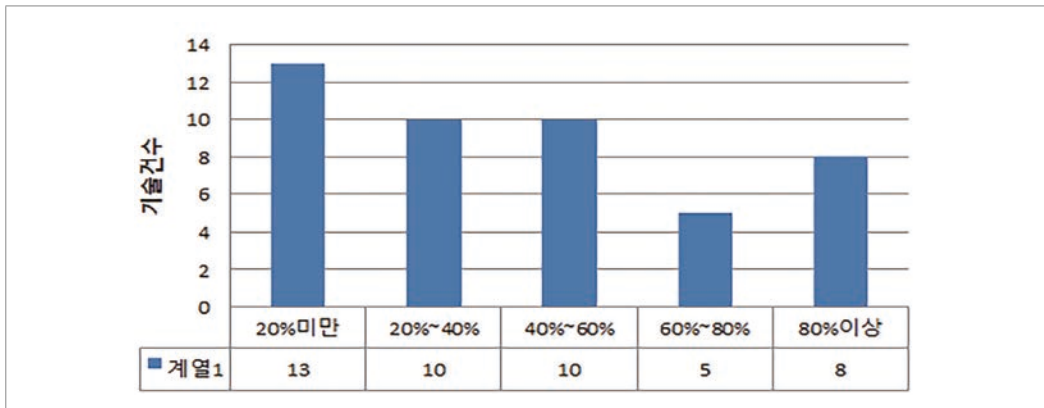
[그림 4] 비용 형태(cost type)의 분석 결과2



분석 결과, 도로 유지관리 중심의 스마트 건설기술의 경우 시공량에 따라 기존 기술과의 비용 차이가 초기부터 점점 커지는 형태(C+)가 48%로 가장 많았다. 또한 시공량이 증가함에 따라(시공 초기 포함) 결국 기존 기술보다 경제성이 확보되는 경우(A+, B+, C+)가 76%로, 대부분 기존 기술 대비 경제성을 확보하는 것으로 나타났다. 특히 적용 초기부터 기존 기술보다 경제성이 확보되는 경우(B+, C+)의 비율은 약 70%에 달해, 도입 초기부터 상당수가 경제성을 확보하는 것으로 파악되었다.

반면 초기 소요 비용이 커서 시공량이 증가하더라도 기존 기술 대비 경제성이 확보되지 못할 것으로 예상되는 경우는 24% 정도였으며, 이러한 경우 직접적인 경제성 확보는 어렵지만 대부분 공기 단축, 품질 향상 등으로 인한 효율성 증대와 안전성 향상이 동반되는 것으로 나타났다.

[그림 5] 기존기술대비 비용 절감 비율 분포(수평축 : 비용절감 비율)



또한 비용 면에서 기존 기술에 비해 절감 효과가 있는 스마트 신기술의 경우, 분석 대상 기술 중 약 70% 정도가 기존 기술 대비 60% 이하의 절감 효과를 보이는 것으로 나타났다(그림 5 참조).

한편 분석 결과, 기존 기술 대비 오히려 비용이 증가하여 경제성 면에서 불리한 기술들(cost type A-, B-, C- 등)의 경우 대부분 20% 이하의 비용 상승 비율을 보이는 것으로 나타났다.

4. 맺음말

본 연구에서는 다양한 스마트 건설기술 중 주로 도로 유지관리에 활용되는 일본의 스마트 신기술에 대해, 대가 산정(공사비 산정)을 위한 주요 내역의 구성, 특징, 대표 사례 등을 중심으로 조사·분석하였으며, 특히 공사비의 비용 형태(COST TYPE)에 있어 기존 기술과의 비교 및 시공량에 따른 특징 등을 중심으로 분석한 결과를 제시하였다. 분석 대상은 일본 NETIS(신기술 정보제공 시스템, New Technology Information System)에 등재된 신기술 중 최근 5년 이내에 개발·등재된 도로 유지관리를 위한 60여 개 스마트 기술을 대상으로 하였으며, 향후 국내 도로 유지관리를 위한 스마트 건설기술의 개발과 실용화 및 활성화에 참조가 될 수 있도록 하였다.

공사비 산정을 위한 주요 내역은 작업 절차의 분류 → 작업 절차별 소요 시스템, 센서, 기기, 인력, 자재, 장비 등의 분류 → 각(작업 또는 비용) 항목별 공사비 반영 및 산정 내역의 작성 순으로 구성되어 있으며, 대표적인 공사비 산정 사례(도로 점검 스마트 기술)를 소개하였다.

본 연구에서 조사·분석한 60여 개 이상의 도로 유지관리 중심 스마트 건설기술을 대상으로 6가지 비용 형태별(cost type: A+, A-, B+, B-, C+, C-)로 분석한 결과, 시공량에 따라 기존 기술과의 비용 차이가 초기부터 점점 커지는 형태(C+)가 48%로 가장 많았다. 또한 시공량이 증가함에 따라(시공 초기 포함) 결국 기존 기술보

다 경제성이 확보되는 경우(A+, B+, C+ 형태)는 76%로, 대부분 기존 기술에 비해 경제성을 확보하는 것으로 나타났다. 특히 적용 초기부터 기존 기술보다 경제성이 확보되는 경우(B+, C+ 형태)의 비율은 약 70%에 달해, 적용 시부터 상당수가 경제성을 확보하는 것으로 파악되었다.

한편 초기 소요 비용이 커서 시공량 증가에도 불구하고 기존 기술에 비해 경제성이 확보되지 못할 것으로 예상되는 경우는 대상 기술 가운데 24% 정도였으며, 이러한 경우 직접적인 경제성 확보는 어렵지만 대부분 공기 단축, 품질 향상 등으로 인한 효율성 증대와 안전성 향상이 동반되는 것으로 나타났다.

또한 비용 면에서 기존 기술에 비해 절감 효과가 있는 스마트 신기술의 경우, 분석 대상 기술 중 약 70% 정도가 기존 기술 대비 60% 이하의 절감 효과를 보이는 것으로 나타났으며(그림 5 참조), 기존 기술 대비 오히려 비용이 증가하여 경제성 면에서 불리한 기술들의 경우 대부분 20% 이하의 비용 상승 비율을 보이는 것으로 나타났다.

그동안 많은 투자와 노력을 거쳐 국내에서도 건설 공사의 계획, 설계, 시공 분야에서 다양한 스마트 기술이 개발되어 왔다. 이와 더불어 향후 (도로) 시설물의 완공 후 유지관리 측면에서도 다양한 스마트 기술이 본격적으로 개발될 필요가 있다고 판단되며, 본 연구 결과가 개발 기술들의 실용화 및 활성화에 도움이 되기를 기대한다. 🇪🇺

참고 문헌

1. 건설공사표준품셈, 국토교통부(2025)
2. 건설업 임금실태 조사 보고서, 대한건설협회(2025)
3. 국토교통부 누리집(<https://www.molit.go.kr> 정보마당/훈령·예규·고시/공고)
4. 한국건설기술연구원 공사비평가관리센터 누리집(<https://cost.kict.re.kr>)
5. 공공기술마켓(<https://market.ex.co.kr>)
6. 신기술정보제공시스템(<https://netis.mlit.go.jp>)
7. 일본 공공공사 신기술 정보제공시스템(NETIS)소개, 방재관리연구센터 김정곤(2024)
8. 3기 신도시 설계적용 건설기술 향상방안 수립, 대한토목학회(2024)
9. SW사업 대가산정 가이드, 한국소프트웨어산업협회(2024)
10. 스마트 건설기술 현장적용 가이드라인, 국토교통부(2021)
11. 건설엔지니어링 대가 등에 관한 기준, 국토교통부(2023)
12. 2024년 하반기 건설공사 표준시장단가, 국토교통부(2024)
13. 도로건설공사 안전관리비 산정 가이드라인, 국토교통부(2024)
14. 스마트 건설기술 활성화를 위한 제도/정책 발굴 및 실행방안연구, 한국건설산업 연구원, 대한건설정책연구원, 한국건설인정책연구원(2024)
15. 스마트 건설기술의 적용 사례 분석(공사비 반영 및 산정을 중심으로), 양구승, 이상현외 KSCE(2022)
16. 프리캐스트 콘크리트 스마트기술의 공사비 산정 및 사례 분석 양구승, 김용일의 KSCE(2024)

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(스마트 건설기술개발사업, 도로실증을 통한 스마트 건설기술 개발/과제번호 RS-2020-KA156902)의 지원으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

숫자와 그림으로 보는 터널 이야기

- 제12강 선진 터널공사 관리시스템(T-CMS) -

Advanced Tunnel Construction Management System

김영근 | (주)건화 부사장, 한국터널지하공간학회 부회장, 공학박사, 기술사



최근 지하공사 중의 싱크홀 및 지반침하와 같은 사고들이 발생함에 따라 지하안전에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 지하터널공사에 대한 안전관리에 대한 효율적인 방안이 추진되고 있다. 본 고에서는 지반불확실성에 의한 지반 리스크와 이를 시공 중에 관리해야 하는 지하터널공사의 특성을 살펴보고, 국내 터널공사의 문제점을 조사/설계, 시공/감리 및 감독 등의 측면에서 고찰하였다. 또한 해외 선진국에

서의 운영되고 있는 글로벌 터널 공사관리의 핵심사항을 분석함으로써 선진 터널공사 건설시스템을 도출하였다. 이 시스템은 국제엔지니어링 계약시스템에서 발주자, 시공사 그리고 엔지니어(PMC)간의 관계를 현재의 국내 건설사업관리 방식에 도입하거나 개선하는 터널공사 관리시스템이라 할 수 있다. [표 1]에는 선진 터널공사관리시스템(T-CMS)의 주요 특징을 10가지 키워드로 정리하여 나타내었다.

[표 1] 선진 터널공사관리시스템(T-CMS)의 주요 내용과 특징

구분	내용		특징
국내 터널공사 문제점	• 터널 현장에서의 의결결정 부족		현장 의사결정중심으로의 전환
	• 설계/시공이 별개로 설계자권한 부족		설계-시공통합으로의 전환
	• 터널현장에 전문가 부재		터널전문기술자 위주로의 전환
	• 감리의 역할과 책임이 제한		선진 PMC중심으로의 전환
	• 기술외적인 영향 크다(공기/공사비)		프로세스 중심으로의 전환
선진 터널공사 관리시스템 T-CMS	• 터널 전문감리시스템	T-CMr	터널 전문가에 의한 의사결정
	• 터널 설계검증시스템	T-ICr	터널 설계에 대한 상호체크
	• 설계-시공통합시스템	T-PDr	현장에 대한 설계자 권한강화
	• 터널 리스크관리시스템	T-RMs	정량적인 리스크 관리 도입
	• 터널통합정보관리시스템	T-IDMs	전과정의 데이터 통합관리운영

1. 글로벌 터널 공사관리시스템의 핵심 요소

최근 터널지하공간 건설사업이 대형화, 복잡화, 전문화됨에 따라 건설사업관리에서의 터널 공사관리의 중요성이 강조되고 있다. 특히 지하공사라는 특수성으로 인하여 계획 단계의 리스크 관리의 중요성이 강조되면서, 계획단계부터 프로젝트 리스크를 관리하는 형태의 발주방식이 점차 증가되고 있다.

국내 지하터널공사사업의 글로벌 경쟁력을 확보하기 위해

서는 건설사업관리 및 통합 건설엔지니어링에 대한 기술역량의 강화가 시급하다. 특히 글로벌 스탠다드의 지하터널공사의 건설사업관리 방법에 대한 면밀한 검토를 통하여 해외 건설시장에서의 경쟁력 제고를 위해 지하터널공사 전반에 대한 제도 개선을 꾸준히 추진해야만 한다.

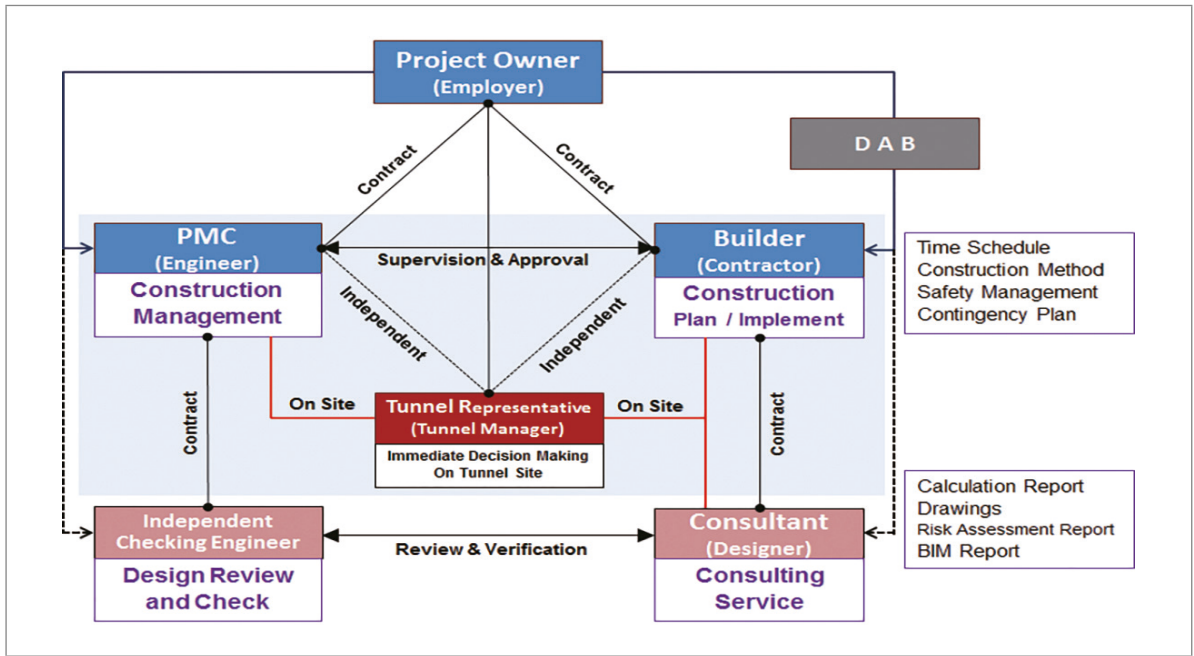
따라서 본 고에서는 국내에서 운영되고 있는 터널공사 관리시스템의 제반문제점을 분석하고, 선진국에서 운영되고 있는 공사관리시스템을 고려하여 합리적인 개선방안을 제안하고자 하였다.

1.1 글로벌 터널 공사관리시스템의 기본 구조

지금까지 선진국에서 있는 건설공사관리체계를 검토하고, 특히 지하터널공사에서의 공사관리시스템을 중점적으로 살펴보았다. 가장 중요한 점은 “FIDIC에서 규정하는 발주자와 시공자, 그리고 엔지니어” 사이의 관계가 정확하게 명확하고, 그 책임과 규정이 명확하다는 것이다. 글로벌 터널 공사 관리시스템의 기본 특징을 보면 다음과 같다.

관리측면	핵심 요약
공사관리	책임감리의 역할과 권한을 명확히 하여 프로젝트 관리(PM) 기능을 강화한다.
현장관리	터널 전문 기술자를 현장에 상주시켜 신속하고 독립적인 기술적 의사결정을 하도록 한다.
엔지니어링 관리	설계자가 시공과정을 직접 확인하여 설계의 정확한 반영과 책임을 유지한다.
리스크 관리	조사·설계 단계부터 리스크를 평가하여 시공 중 체계적인 안전관리를 수행한다.

[그림 1] 글로벌 터널공사관리 시스템의 기본 구조



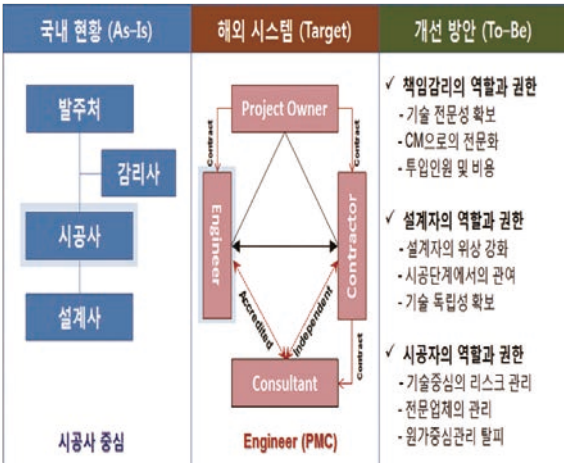
이상의 특징을 종합적으로 정리하여 나타낸 글로벌 터널공사관리시스템의 기본구조는 그림 1과 같다. 지하터널공사는 설계단계에서 지반의 불확실성을 완전히 파악하기 어렵기 때문에 시공중에 이를 확인한 후 적절한 공사를 수행하여야만 한다. 이러한 터널공사의 특징을 반영하고 합리적인 공사가 가능하도록 하기 위하여 가장 중요한 것은 독립성과 공인성을 갖도록 하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 글로벌 터널공사시스템의 구조는 터널전문기술자(Tunnel Engineer or Representative)가 터널현장에 상주하도록 하여, 발주자와 시공자와는 별도로 기술적인 의사결정을 현장에서 즉각적으로 수행할 수 있도록 하는 것이다. 또한 프로젝트 전 과정에서 안전설계개념을 도입하여 일반적인 설계와 별도로 리스크 평가와 관리를 수행하도록 하는 것이다. 그리고 책임감리의 기능과 권한을 더욱 강화하여 발주자를 대행하여 프로젝트 관리를 할 수 있어야 한다. 또한 설계내용을 확인하는 독립적인 체커시스템(Independent Checker)도 운용되고 있다.

1.2 글로벌 터널 공사관리시스템의 핵심 사항

◎ 건설사업관리(CM) 측면

국내에 감리자는 「건설기술관리법」 및 「감리업무수행지침서」에 규정된 감리업무의 역할분담이 명확치 않고, 현장에서는 실질적으로 설계변경 확인 등 기술능력을 요구하는 감리업무가 효율적으로 이루어지지 않고 있다. 법과 지침서에 감리자의 권한(재시공, 공사중지명령 등)과 책임이 규정되어 있지만 발주처 감독관행이 그대로 공사 현장에 남아 있어 감리원의 실질적인 권한 행사가 이루어지지 않고 있다. 많은 감리원들이 실질적인 감리권한을 행사하기 위해 노력하고 있지만 감리경험이 부족하거나 기술역량이 미흡하여 자율적인 권한행사를 하지 못하는 경우도 많다. 선진국의 시스템을 바탕으로 한 개선방안으로는 감리자가 기술전문성을 확보하여 건설사업관리(CM)으로의 전문화를 이루어 책임과 권한을 부여하도록 한다. 이에 필요한 인력과 비용을 반드시 확보해야 한다. 또한 설계자와 시공자의 역할과 권한을 명확히 하도록 하여야 설계자의 기술위상을 강화하고 기술독립성을 확보하게 함으로써 시공단계에서도 적극적으로 관여하도록 하여야 한다. 또한 시공자는 기술중심의 리스크 관리를 통해 전문업체를 효율적으로 관리하여 원가중심의 시공관리를 탈피하도록 한다.

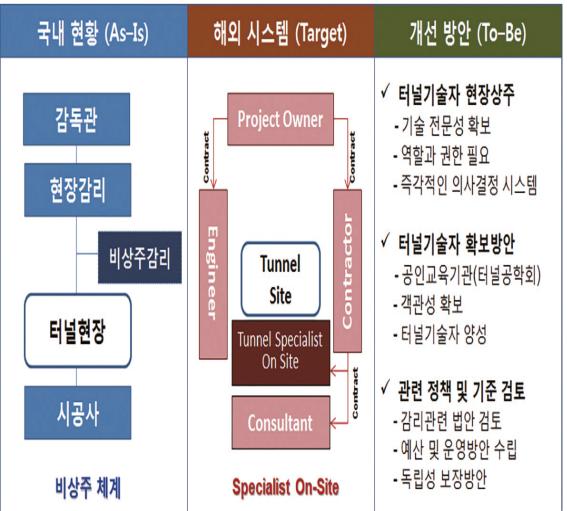
[그림 2] 해외 건설 관리시스템의 특징 - 건설관리 측면



◎ 터널 현장기술 측면

국내 터널공사에서는 현장에 상주하는 감리원(상주감리)과 토질 분야의 전문성을 가진 비상주감리로 구성하여 제반 업무를 수행한다. 「건설기술관리법령」의 정의에 따르면, “비상주감리원”이란 감리업체에 근무하면서 상주감리원의 업무를 기술적·행정적으로 지원하는 자를 말하며, 이 중 1명은 반드시 고급감리원 이상으로 임명하도록 규정하고 있다. 그러나 비상주감리원이 터널 현장에서 발생하는 리스크를 직접 파악하기는 현실적으로 어려우며, 주로 설계 변경에 대한 확인 절차에 그치는 실정이다. 또한 상주감리원의 전문성과 기술력이 부족하여 터널공사에서 독립적인 의사결정을 내리는 데에는 한계가 있다. 선진국의 제도를 바탕으로 한 개선방안으로는, 기술 전문성을 갖춘 터널기술자가 현장에 상주하며 일정한 권한과 책임을 부여받아 즉각적이고 독립적인 의사결정을 수행하도록 하는 것이다. 이를 통해 터널 현장에서 발생하는 각종 기술적 문제에 적극적으로 대응할 수 있다. 이는 선진국의 지하터널공사에서 운용되는 Tunnel Manager 또는 Tunnel Representative 제도와 유사한 것으로, 터널공사의 기술적 책임을 현장에 상주하는 터널기술자에게 일임하여 시공 중 리스크를 효과적으로 관리하도록 하는 것이다.

[그림 3] 해외 건설관리시스템의 특징 - 터널 현장기술 측면

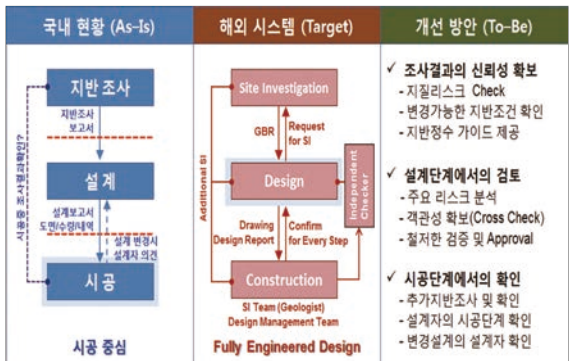


● 설계 엔지니어링 측면

설계 엔지니어링은 과학기술 지식을 응용하여 사업 및 시설물의 기획, 타당성 조사, 설계 및 분석과 이와 관련된 사업관리를 수행하는 것으로, 시공과 더불어 건설공사의 핵심적인 역할을 담당한다. 현재 국내 터널공사의 경우, 설계 엔지니어가 터널 설계를 수행한 이후 실제 현장에서 발생하는 제반 조건과 변경 사항에 적극적으로 관여하기 어려운 실정이다. 이는 시공자 중심으로 현장이 운영되고, 상주 감리원의 기술력 부족과 비상주감리원의 한계 등이 복합적으로 작용하기 때문이다. 따라서 설계자가 현장에서 발생하는 설계 변경을 확인하고, 설계조건과 시공조건 간 차이를 검토하며 원설계의 기술적 의도를 반영해야 함에도, 현재 국내 터널공사에서는 이러한 절차가 제대로 이루어지지 않고 있다.

선진국의 제도를 바탕으로 한 개선방안으로는, 설계자를 중심으로 조사결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 시공 중 조사결과를 체계적으로 피드백하도록 하고, 설계단계에서 주요 리스크를 사전에 분석하도록 하는 것이다. 특히 시공 단계에서는 설계자가 직접 공정 전반을 확인하고, 변경 설계에 대한 검증 과정을 반드시 거치도록 해야 한다. 이러한 방식은 Fully Engineered Design 개념에 해당하며, 조사단계부터 시공단계까지 설계자에게 권한과 책임을 부여하여 설계 목적을 충실히 달성할 수 있도록 하는 제도적 장치라 할 수 있다.

[그림 4] 해외 건설관리시스템의 특징 - 설계 엔지니어링 측면

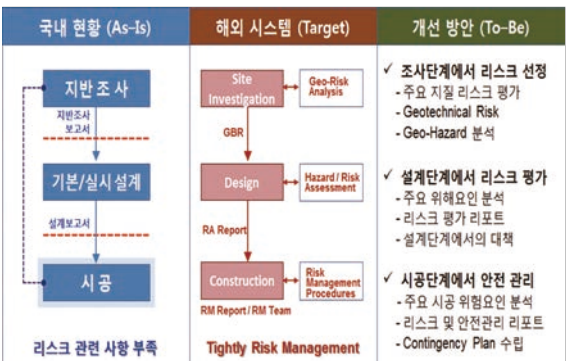


● 리스크 관리 측면

터널공사는 다른 공사와 달리 지반의 불확실성으로 인한 리스크가 상대적으로 크기 때문에, 공사의 전 단계에서 이를 확인·평가하고 철저히 관리해야 한다. 그러나 현재 국내 터널공사의 경우 리스크 관리 개념이 확립되어 있지 않으며, 리스크 관리 방법이나 절차에 관한 규정도 마련되지 않은 상태이다. 특히 터널공사의 리스크 및 안전관리는 단순히 시공 중 점검 절차로만 인식되고 있어, 조사 단계나 설계 단계에서 수행해야 할 리스크 평가가 사실상 간과되고 있다. 그 결과, 조사·설계 단계에서의 리스크 검토나 분석 보고서 작성 절차가 제대로 이루어지지 않고 있다.

이에 대한 개선방안으로는, 첫째 조사 단계에서 지반 리스크를 사전에 도출하고, 둘째 설계 단계에서 주요 위해 요인을 분석하여 리스크 평가 및 대응 대책을 수립하는 것이다. 또한 설계 단계에서는 별도의 리스크 평가 보고서를 작성하여 ‘안전을 고려한 설계(Design for Safety)’를 실현하도록 해야 한다. 마지막으로 시공 단계에서는 사전에 수립한 리스크 대책을 기반으로 안전관리계획과 비상대책을 마련하고, 이를 실행 과정에서 피드백해 나감으로써 리스크 관리가 체계적으로 이루어지도록 해야 한다.

[그림 5] 해외 건설관리시스템의 특징 - 리스크 관리 측면



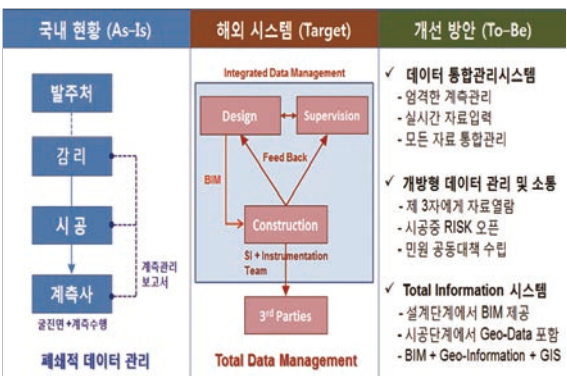
● 정보관리 측면

터널 시공 과정에서는 각 막장의 조사 결과와 계측 결과 등 다양한 시공 정보가 생산된다. 이러한 정보는 터널의 시공

조건과 안정 상태를 평가할 수 있는 핵심 자료로, 이에 대한 철저한 관리가 매우 중요하다. 그러나 현재 국내 터널공사에서는 계측업체를 중심으로 조사 및 계측 결과가 분석되고 있으나, 설계자·시공자·감리자 간의 상호 커뮤니케이션이 부족하여 공학적 분석이 제대로 이루어지지 못하고 있다. 특히 모든 시공 관련 자료가 일부 관리자에게만 제한적으로 운영되고 있어 주민과 관련 단체의 불신을 초래하고 있으며, 단순 시공 자료로서만 활용되고 있는 실정이다. 이로 인해 설계 조건이나 시공 상태와의 연계 분석 및 체계적인 정보관리가 이루어지지 못하고 있다.

선진국의 사례를 참고한 개선방안으로는, 시공 중 발생하는 모든 자료를 통합적으로 관리·운영하고, 개방형 데이터 관리 방식을 통해 제3자가 관련 자료를 열람할 수 있도록 하며, 시공 리스크를 공개하여 민원에 대한 공동 대응 방안을 수립하는 것이다. 특히 설계 단계에서 제공된 BIM 자르는 시공 조건에 따라 변경·수정되도록 하고, 시공 단계에서의 조사 및 계측 결과를 연계 입력하여 모든 자료가 종합적으로 관리되는 Integrated Data Management 체계에서 운영되도록 해야 한다.

[그림 6] 해외 건설관리시스템의 특징 - 정보관리 측면



2. 선진 터널 공사관리시스템의 구성과 특징

지하터널공사는 설계 단계에서 지반의 불확실성을 완전히 파악하기 어렵기 때문에, 시공 중 이를 확인한 후 적절한 공

사를 수행해야 한다. 이러한 터널공사의 특성을 반영하여 합리적인 시공을 가능하게 하기 위해서는 무엇보다 독립성과 공인성을 확보하는 것이 중요하다. 이를 달성하기 위해 선진 터널공사 관리시스템에서는 터널 전문 기술자가 현장에 상주하며, 발주자와 시공자와는 별도로 기술적 의사결정을 즉각적으로 내릴 수 있도록 하고 있다. 또한 프로젝트 전 과정에 안전 설계 개념을 도입하여 일반 설계와 별도로 리스크 평가와 관리를 수행하도록 하고, 설계자의 책임과 권한을 강화하여 현장에서 발생하는 설계 변경을 직접 확인·검증하도록 한다. 이를 통해 터널 현장을 중심으로 설계와 시공이 통합적으로 운영되는 체계를 구축할 수 있다.

2.1 선진 터널공사 건설시스템의 기본 방향

기존 국내의 터널공사 관리의 문제점을 개선하기 위하여 선진 터널공사 건설시스템에서 중점적으로 추진하고자 하는 핵심적인 사항을 정리하면 다음과 같다.

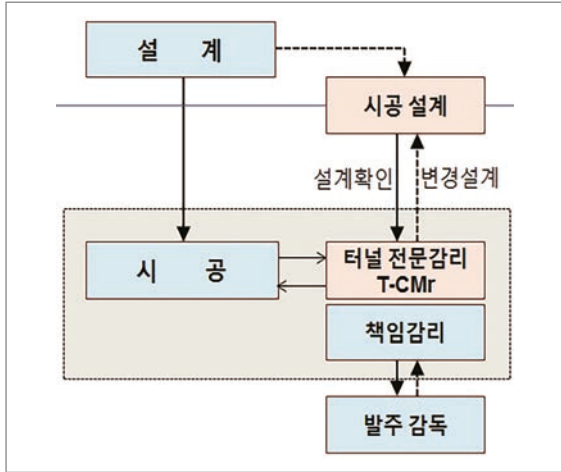
전환 방향	핵심 요약
터널 현장 중심	모든 의사결정이 터널 현장에서 이루어지도록 시스템을 전환한다.
설계·시공 통합 중심	설계자가 시공 단계에서 직접 참여하여 설계와 시공을 통합 관리한다.
전문 기술자 중심	터널 전문 기술자가 현장에서 신속한 기술적 판단으로 공사를 주도한다.
건설사업관리 중심	단순 감리에서 벗어나 책임과 권한을 가진 선진국형 건설사업관리를 도입한다.
프로세스 중심	발주자, 시공자, 관리자 간 역할과 책임을 명확히 규정하고 의사결정 프로세스를 정립한다.

2.2 터널 전문감리 시스템

현재 국내 터널공사에서는 토질 분야 전문가가 현장에 상주하지 않고 비상주 체계로 운영되고 있어, 터널 현장에서

발생하는 제반 문제에 대해 효과적인 기술적 판단을 내리기 어렵고 즉각적인 의사결정도 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

[그림 7] 터널 전문감리 T-CMr 역할



개선된 시스템에서는 공인된 전문 기술력을 갖춘 터널 전문감리(T-CMr)가 현장에 상주하여, 터널 현장에서 발생하는 다양한 기술적 사안에 대해 권한과 책임을 가지고 즉각적인 의사결정을 수행할 수 있다. 이를 통해 현장 변경 설계, 지보공 및 보강공 선정 시 신속하고 합리적인 판단이 가능해진다.

[그림 8] 기존 운영시스템과 터널 전문감리 T-CMr 제도의 비교

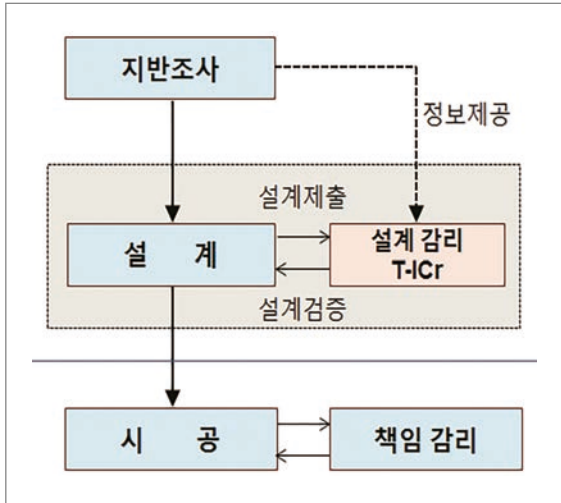
국내 현황	T-CMS	주요 내용
		✓ 터널 전문기술자 현장상주 - 기술 전문성 확보 - 역할과 권한 필요 - 즉각적인 의사결정 시스템 ✓ 터널현장에서의 의사결정 - 공인교육기관(터널공학회) - 객관성 확보 - 터널기술자 양성 ✓ 독립적 권한 부여 - 감리관련 법안 검토 - 예산 및 운영방안 수립 - 독립성 보장방안
비상주 체계	현장 상주체계	

2.3 터널 설계검증 시스템

현재 국내 터널공사에서는 터널 설계에 대한 기술 검토를 설계자문위원회에 의존하고 있어, 설계 과정에서 발생하는 다양한 문제에 대해 효과적인 기술적 검증이 어렵고 상세한 기술 검토도 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

개선된 시스템에서는 공인된 전문 기술력을 갖춘 터널 설계감리(T-ICr)가 독립적인 지위를 가진 상태에서 터널 설계 도서 전반에 걸쳐 세밀한 기술 검토를 수행하고, 설계 내용을 재검증함으로써 설계 오류를 최소화할 수 있다.

[그림 9] 터널 설계감리 T-ICr 역할



[그림 10] 기존 운영시스템과 터널 설계검증 T-ICr 제도의 비교

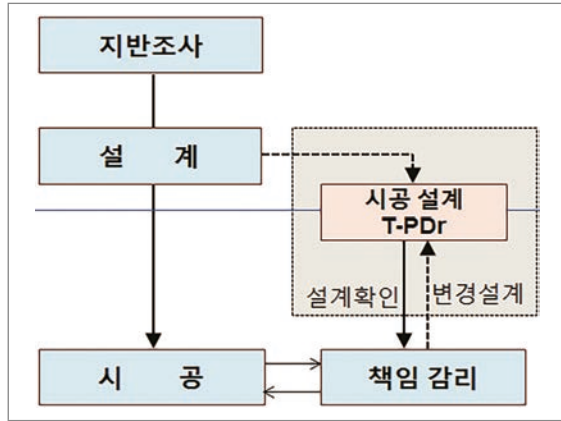
국내 기존 시스템	T-CMS	주요 내용
		✓ 터널설계 내용 체크 - 기술 전문성 확보 - 역할과 권한 필요 - 즉각적인 의사결정 시스템 ✓ 시공중 설계변경 검증 - 공인교육기관(터널공학회) - 객관성 확보 - 터널기술자 양성 ✓ 독립적 권한 부여 - 감리관련 법안 검토 - 예산 및 운영방안 수립 - 독립성 보장방안
필요시	의무화	

2.4 책임설계자의 시공관리 시스템

현재 국내 터널공사에서는 시공자를 중심으로 공사가 진행되고 있어, 설계자가 설계 결과물을 제출한 이후 시공 과정에 관여하거나 협업하는 경우가 드물다. 이로 인해 터널 시공 과정에서 설계가 어떻게 구현되는지에 대한 기술적 확인과 검증이 어려운 실정이다.

개선된 시스템에서는 공인된 전문 기술력과 설계 전반에 대한 책임을 가진 터널 책임설계(T-PDr)가 시공 현장에서 발생하는 설계 관련 사항과 중대한 변경 설계에 대해 상세한 기술 검토를 수행하고, 시공자에게 기술 지원과 협업을 제공하도록 한다.

[그림 11] 터널 책임설계 T-PDr 역할



[그림 12] 기존 운영시스템과 터널 책임설계 T-PDr 제도의 비교

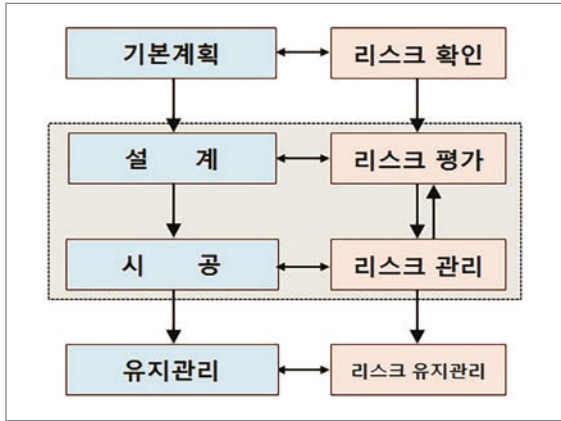
국내 현황	T-CMS	주요 내용
		✓ 설계내용 시공확인지원 - 기술 전문성 확보 - 역할과 권한 필요 - 즉각적인 의사결정 시스템 ✓ 시공중 설계변경 협업 - 공인교육기관(터널공학회) - 객관성 확보 - 터널기술자 양성 ✓ 독립적 권한 부여 - 감리관련 법안 검토 - 예산 및 운영방안 수립 - 독립성 보장방안
시공자 중심	설계+시공+감리	

2.5 터널 리스크 관리 시스템

현재 국내 터널공사에서는 조사 단계에서의 지반 리스크 확인, 설계 단계에서의 리스크 평가를 기반으로 한 안전 설계, 그리고 시공 단계에서의 정량적 리스크 관리가 제대로 수행되지 않아 터널 공사 전반의 체계적인 리스크 및 안전 관리에 문제점이 발생하고 있다.

개선된 시스템에서는 공인된 리스크 평가 절차와 방법을 포함한 터널 리스크 평가시스템(T-RMs)을 도입하여, 설계 단계에서 예상되는 리스크 사항과 시공 중 발생 가능한 리스크에 대한 상세한 기술 검토를 수행하고, 이를 통해 현장에서의 안전 관리를 강화하도록 한다.

[그림 13] 터널 리스크 관리 시스템



[그림 14] 기존 운영시스템과 터널 리스크 관리시스템 T-RMs 제도의 비교

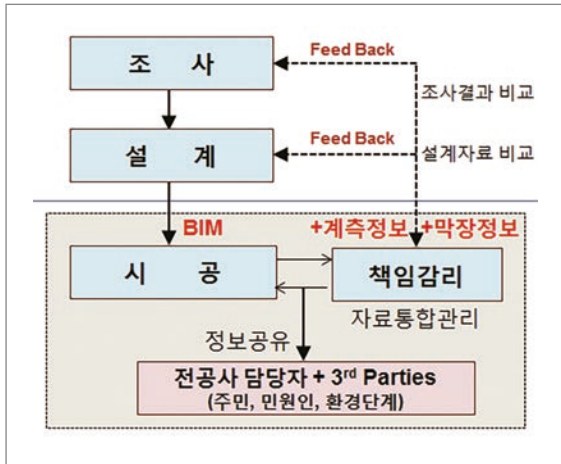
국내 기존 시스템	T-CMS	주요 내용
		✓ 조사단계에서 리스크 선정 - 주요 지질 위험요소 평가 - Geo-Risk Register 작성 - Geo-Risk 평가 ✓ 설계단계에서 리스크 평가 - 주요 위험요인 분석 - 리스크 평가 리포트 - 설계단계에서의 대책 ✓ 시공단계에서 안전 관리 - 주요 시공 위험요인 분석 - 리스크 및 안전관리 리포트 - Contingency Plan 수립
리스크 관리 없음	리스크/안전 관리 의무화	

2.6 터널 통합 정보 관리시스템

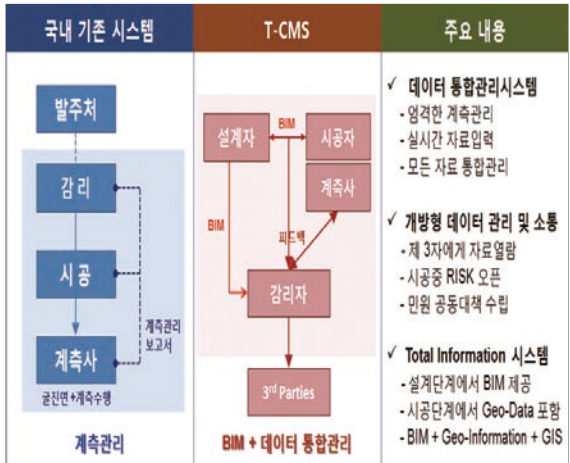
현재 국내 터널공사에서는 BIM 기법이 적용되지 않아 설계 성과품 작성에 어려움이 있으며, 시공 중 생성되는 시공 자료와 계속 자료 또한 제대로 피드백되지 않아 터널 공사 과정에서 체계적인 데이터 통합 관리(Integrated Data Management)가 이루어지지 않고 있다.

개선된 시스템에서는 BIM 기법을 포함한 터널 통합 정보 관리 시스템(T-IDMs)을 도입하여, 설계 단계에서 BIM 기반의 정보 관리를 실현하고 시공 중 발생하는 다양한 정보를 통합 관리함으로써 터널 현장에서 개방형 통합 정보관리체계를 제공하도록 한다.

[그림 15] 터널 통합 정보관리 시스템 T-IDMs



[그림 16] 기존 운영시스템과 터널 통합 정보관리시스템 T-IDMs 제도의 비교



2.7 선진 터널공사 건설 관리시스템

국내의 터널공사 관리의 문제점을 개선하기 위하여 선진 터널공사 건설시스템을 도출하였으며, 본 시스템의 핵심적인 구성요소를 정리하면 다음과 같다.

시스템 명칭	핵심 요약
T-CMr (전문감리)	터널 전문가를 현장에 상주시켜 신속한 현장 의사결정을 지원한다.
T-ICr (설계검증)	독립된 엔지니어가 설계를 검증하여 설계 오류를 최소화한다.
T-PDr (설계-시공 협업)	책임 설계자가 시공 과정에 참여하여 설계와 시공의 일관성을 확보하고 협업한다.
T-RMs (리스크 관리)	설계 단계부터 리스크를 평가하고 시공 중 저감 대책을 시행하여 체계적으로 관리한다.
T-IDMs (통합정보 관리)	BIM을 도입하여 설계부터 시공까지의 모든 정보를 통합적으로 관리한다.

[그림 17] 선진 터널공사 건설시스템 구성

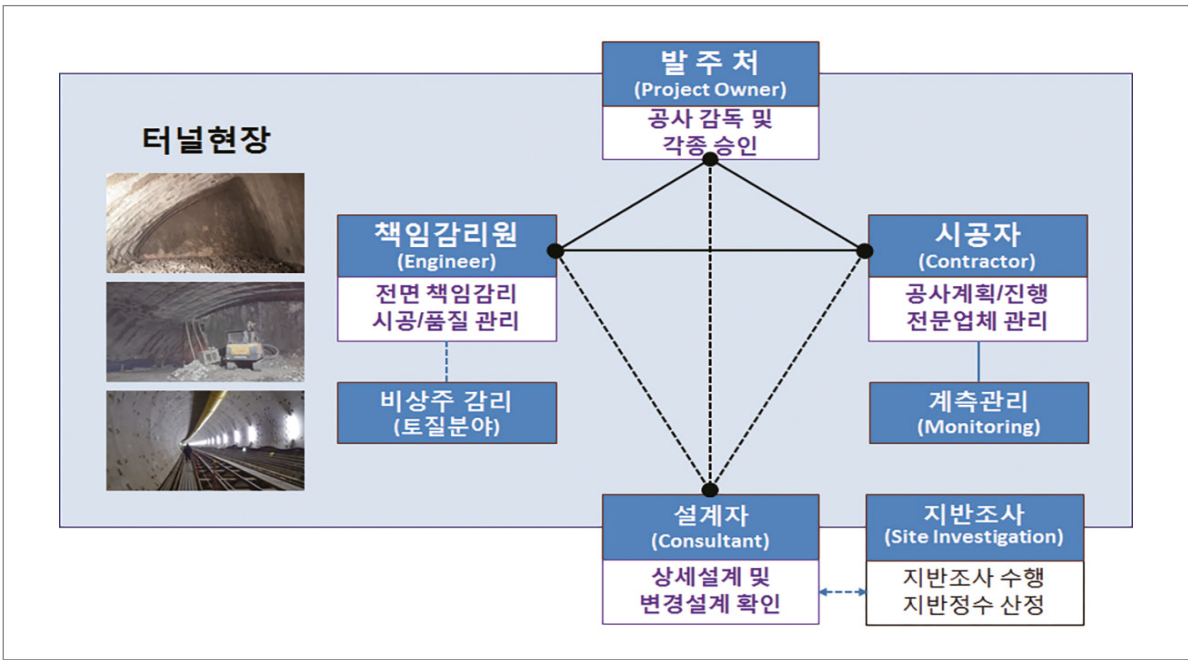


국내 터널공사의 건설관리시스템의 기본 체계는 그림 18에 제시되어 있다. 그림에서 보는 바와 같이 국내 터널공사 관리는 발주자, 시공사, 그리고 건설사업관리자(또는 책임관리자)로 구성된다.

건설사업관리(CM) 제도의 도입으로 건설사업관리자의 권한, 역할, 업무 범위 등이 제도적으로 정리되어 있으나, 실제 현장에서 이러한 시스템이 정상적으로 운용되기는 쉽지 않은 것이 현실이다. 이는 발주자와의 계약 관계, 시공자의

원가 중심 관리 방식, 감리원의 기술적 제약 등에서 기인한 것으로, 단지 터널공사만의 문제가 아니다. 그러나 지반 불확실성으로 인한 지반공학적 리스크가 상대적으로 큰 지하 터널공사의 경우, 이러한 한계로 인해 안전사고의 위험이 존재하며 실제로 부실시공과 안전 문제로 이어지는 사례가 발생하고 있다.

[그림 18] 국내 터널공사 건설시스템의 체계



선진국에서 운영되는 터널 공사 관리 방법을 참고하고, 국내의 현재 여건을 반영하여 선진 터널공사 건설관리시스템을 도출하였다. 본 시스템의 기본적인 체계는 [그림 19]에 나타나 있다. 그림에서 보는 바와 같이 발주자, 시공사, 건설사업관리자(또는 책임감리자) 외에 터널 기술자로 구성된다.

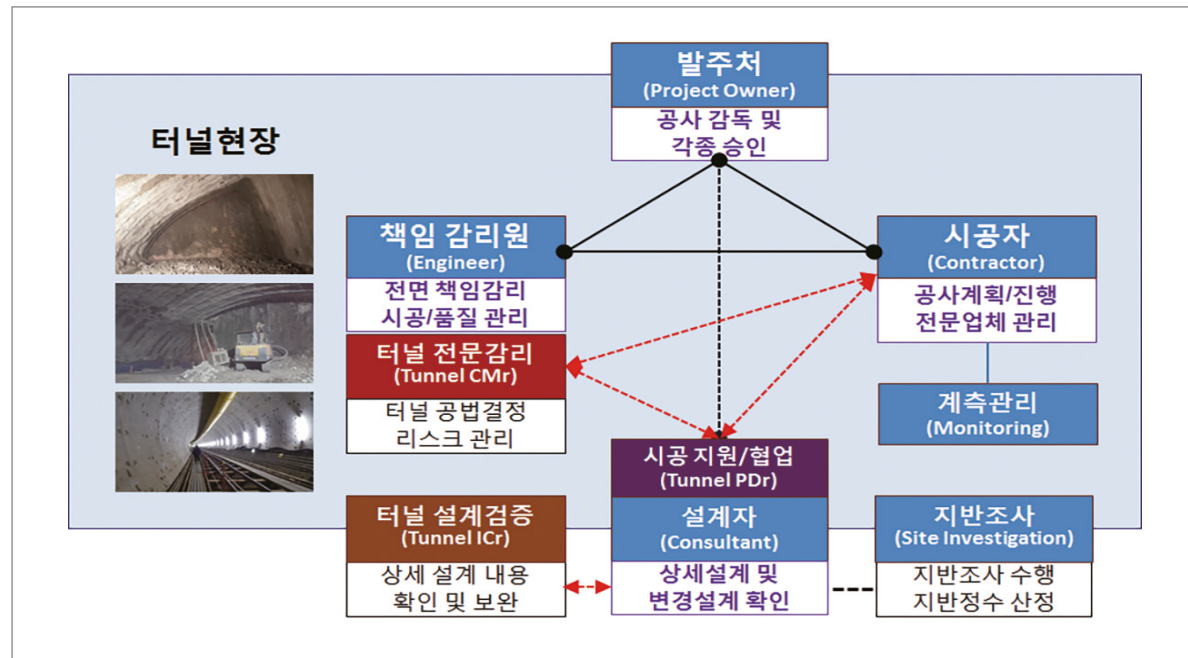
본 시스템의 기본 방향은 터널 전문가가 현장에 상주하면서 지반의 불확실성에 따른 리스크를 시공 중에 확인하고 이에 즉각적으로 대응하도록 하는 것이다. 이러한 역할을 담당하는 전문 감리자(T-CMr)는 발주자와 시공사로부터

터널공사에서 가장 합리적인 시스템은 터널 전문 기술자가 현장을 중심으로 시공 중 즉각적인 의사결정을 수행할 수 있도록 보장하고, 이들에게 독립적인 권한과 책임을 부여하는 것이다. 이를 위해서는 선진국에서 운영되는 터널 공사관리시스템을 참고하여 관련 법규, 제도, 시스템을 총체적으로 개선할 필요가 있다.

객관성과 독립성을 확보하여 기술적 의사결정을 수행한다. 또한 터널 설계의 책임기술자(T-PDr)가 설계 단계에서 리스크 평가를 통한 안전 설계를 수행하고, 설계 내용이 시공에 구현되는 과정을 확인함으로써 설계자가 시공 단계에서도 권한과 책임을 갖도록 한다. 아울러 설계자는 설계 내용과 성과품에 대해 독립적인 체커 엔지니어(T-ICr)의 검증을 받아 설계 오류 및 문제점을 사전에 방지하도록 한다.

이와 같이 본 시스템은 각 기술자가 일정한 권한과 책임 하에서 독립적이고 동등한 관계를 유지하면서, 상호 검증을 통한 협업 체계로 운영되는 것이 특징이다.

[그림 19] 선진 터널공사 건설시스템의 체계



3. 선진 터널공사 건설시스템의 전망과 과제

국내 지하터널공사의 문제점을 근본적으로 개선하고 보다 효율적인 공사 시스템으로 전환하는 것은 터널 기술자들에게 오랜 과제이자 숙제이다. 이는 지하터널공사가 가진 기술적 특수성을 현재의 일반 건설공사 시스템에 어떻게 반영할 수 있느냐 하는 문제이기도 하다. 결국 가장 열악한 조건의 터널 막장에서 공사를 보다 합리적으로 수행하고자 하는 터널 기술자들에게 던져진 커다란 명제와도 같다.

현재 우리 앞에 산적한 많은 문제점과 해결해야 할 과제들을 보면서, 과연 현실적으로 선진 터널공사 건설시스템(T-CMS)이라는 새로운 시스템이 도입되고 정착될 수 있을지 의문을 갖지 않을 수 없다. 분명한 것은 선진국에서 운영되는 터널 공사 관리 방법을 검토하면서 보다 개선된 시스템으로의 전환을 추진해야 하며, 나아가야 할 추진 방안에 대해 구체적인 계획이 반드시 수립되어야 한다는 점이다.

본 검토에서는 국내 터널공사의 문제점을 분석하고 해외 터널공사 관리 방법을 참고하여 국내 적용이 가능한 선진 터널공사 건설시스템을 도출하였다. 본 시스템은 실제 터널 현장에서 적용 가능하고 활용될 수 있도록 해야 하며, 이를 위해 현장 기반의 문제점 분석, 전문가 중심의 의사결정, 해외 선진 시스템의 적극적 도입이 이루어져야 한다. 본 시스템의 구체적인 활용 방안은 다음과 같다.

● 선진화된 터널 리스크 관리(Advanced Tunnel Risk Management)

현재 국제터널협회(ITA)에서는 터널 공사에 대한 리스크 관리 방안을 수립하고 이를 각국의 터널 공사에 적용하도록 권장하고 있다. 본 검토에서는 설계 단계에서부터 터널 공사 발생 가능한 주요 위험 요소를 규명하고, 이에 대한 리스크를 국제 터널 리스크 평가 기준에 따라 분석하며, 그 결과를 시공 단계에서 확인하고 다시 수정하는 리스크 관리 시스템을 국내 모든 터널 공사에 적극 적용하도록 한다.

● 체계적인 터널 안전관리(Systematic Tunnel Safety Management)

국가적으로 터널 또는 지하 공사 중의 안전성 확보는 가장 중요한 안전 이슈가 되고 있다. 따라서 터널 공사 중 안전 사고를 최소화하여 사회적 비용 손실을 줄이고, 터널 공사의 낙후성(후진성)에 대한 인식을 개선할 수 있도록 본 검토에서 제시된 안전관리 절차와 시스템을 국내 모든 터널 공사에 적극 적용해야 한다.

● 글로벌 터널 공사관리(Global Tunnel Construction Management)

글로벌 설계 기준 및 계약 시스템, 의사결정 구조에 기반을 둔 발주처, 시공자, 설계자 그리고 공사관리자의 권한과 역할을 명확히 하고, 상호 간의 의사결정 시스템을 명문화하여 효율적인 공사관리가 이루어지도록, 본 검토에서 제시된 터널공사 관리시스템을 국내 모든 터널공사에 적극 적용해야 한다.

선진 터널공사 건설시스템은 지하터널공사를 수행함에 있어 조사-설계-시공 과정에서 기술자 중심의 합리적인 의사결정 시스템이라 할 수 있다. 이는 지반의 불확실성에 적극적으로 대응하여 공사 중 리스크를 최소화하기 위한 능동적인 공사관리 형태로, 발주자·시공자·설계자·건설사업관리자가 각각의 역할을 수행하면서 책임과 권한을 함께 부여받도록 하고 있다.

다만, 본 시스템을 국내 터널 현장에 적용하기 위해서는 앞으로 풀어야 할 많은 과제가 남아 있다. 이는 현재의 제도와 시스템을 개선하는 작업이자, 국내 법·제도와 엔지니어링 능력, 그리고 관행적 건설 시스템을 글로벌 스탠다드 시스템으로 전환하는 과정이기도 하다. 따라서 본 시스템을 도입하고 정착시키기 위해서는 터널 기술자들의 기술적 노력뿐 아니라 정책적 개선 노력도 절실히 요구된다.

[선진 터널공사 건설시스템의 도입과 정착]

본 검토에서는 글로벌 터널 공사 관리의 핵심 사항으로부

터 ‘선진 터널공사 건설시스템’을 도출하였다. 이 시스템은 FIDIC 계약 시스템에서 발주자, 시공자, 그리고 엔지니어(건설사업관리자) 간의 상호 관계를 국내 건설사업관리 방식에 부분적으로 도입하거나 그 역할과 책임을 명확히 하고자 하는 체계라 할 수 있다. 그러나 갑을 관계의 왜곡된 계약 구조에 익숙한 우리 엔지니어들에게는 그 도입과 실현 가능성에 의문을 갖는 것이 당연할 수도 있다.

분명한 것은, 이러한 글로벌 공사 관리 시스템이나 선진 건설사업관리 방법이 도입되지 않는다면 앞으로 글로벌 건설 시장에서 우리의 도전은 상당한 제약을 받을 수밖에 없다는 점이다. 따라서 이제는 선진화된 시스템을 적용하여 모든 엔지니어들이 동등한 권한을 보장받도록 하는 것이 곧 엔지니어의 공정한 가치를 지키는 길이라고 생각한다.

[글로벌 터널공사관리는 현장중심의 터널 전문기술자가 수행한다]

건설공사 중 가장 큰 리스크를 가진 지하터널공사에서는 일반적인 리스크 관리 방법에 한계가 있으므로, 보다 체계적인 공사 관리가 필요하다. 영국, 싱가포르 등 선진국에서 운영되고 있는 터널 공사 관리 방법을 검토한 결과, 터널 현장을 중심으로 공인성(Accredited)과 전문성(Qualified)을 갖춘 터널 전문기술자가 현장에 상주(On Site)하여 즉각적인 의사결정을 수행하고, 독립적(Independent)인 책임과 권한을 가지고 엔지니어(Engineer)의 역할을 수행한다는 점이 확인되었다.

터널 현장의 터널 전문기술자는 설계자, 시공자, 감리자와 함께 터널 막장을 직접 조사하고, 지보 패턴과 지보량을 결정하며, 보강 방안과 계측 결과에 대한 판단을 내리고 이를 발주자에게 보고한다. 이처럼 중대한 책임과 권한을 가지고 감리자와 함께 터널공사를 관리하도록 하고 있다.

[선진 터널공사 건설시스템은 리스크를 분담하고 대응하는 시스템이다]

선진 터널공사 건설시스템(T-CMS)은 FIDIC 계약체계에서의

공사 시스템을 합리적으로 개선하고, 설계 기준 및 시방 기준에 대한 검토도 수행되어야 한다

발주자, 시공자, 그리고 엔지니어(건설사업관리자) 간의 상호 관계를 국내 건설사업관리 방식에 부분적으로 도입하거나 개선함으로써 공사 중 발생하는 리스크를 분담하고 대응하는 시스템이다.

본 시스템의 목적은 터널 전문가가 현장에 상주하면서 지반의 불확실성에 따른 리스크를 시공 중에 확인하고 이에 즉각적으로 대응하도록 하는 것이다. 이러한 역할을 담당하는 전문 감리자(T-CMr)는 발주자와 시공자로부터 객관성과 독립성을 확보하여 기술적 의사결정을 수행한다. 또한 터널 설계의 책임기술자(T-PDr)가 설계 단계에서부터 리스크 평가를 통한 안전 설계를 수행하고, 설계 내용이 시공에 구현되는 과정을 확인함으로써 설계자가 시공 단계에서도 권한과 책임을 갖도록 한다. 아울러 설계자는 설계 내용과 성과물에 대해 독립적인 체커 엔지니어(T-ICr)의 검증을 받아 설계 오류 및 문제점을 사전에 방지하도록 한다.

[선진 터널공사 건설시스템의 추진 주체는 엔지니어이다]

선진 터널공사 건설시스템은 터널공사의 문제점을 근본적으로 해결하고 그 특수성을 반영하기 위한 것으로, 국내 터널기술자 학·협회를 중심으로 추진 방안과 추진 전략을 수립해야 한다.

본 시스템의 제도 개선 부분인 터널 전문 감리, 터널 설계 검증, 터널 설계·시공 협업은 「건설기술관리법」 등 관련 법과 밀접하게 연관되어 있으므로 이에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 이를 위해서는 관계 기관에 대한 설명과 정책 홍보

보가 우선적으로 선행되어야 한다. 또한 시스템 개선 부분인 터널 리스크 관리 시스템과 터널 통합 정보관리 시스템은 구체적인 시스템(안)을 조속히 마련하고, 이를 터널공사에 의무적으로 적용할 수 있도록 발주처에 홍보하고 법제화해야 한다. 아울러 터널 교육 인증 프로그램을 통해 지원이 이루어져야 한다.

[선진 터널공사 건설시스템 실현은 터널기술자의 노력에 달려있다]

선진 터널공사 건설시스템은 지하터널공사를 수행함에 있어 조사·설계·시공 과정에서 기술자 중심의 합리적인 의사결정 시스템이라 할 수 있다. 이는 지반의 불확실성에 적극적으로 대응하여 공사 중 리스크를 최소화하기 위한 가장 능동적인 공사관리 형태로, 발주자·시공자·설계자·건설사업관리자가 각각의 역할을 수행하면서 책임과 권한을 부여받도록 하고 있다.

본 시스템을 국내 터널 현장에 적용하기 위해서는 앞으로 풀어야 할 많은 과제가 남아 있다. 이는 현재의 제도와 시스템을 개선하는 작업으로서, 국내 법·제도와 엔지니어링 능력, 그리고 관행적 건설 시스템을 글로벌 스탠다드 시스템으로 전환하는 과정이기도 하다. 따라서 본 시스템을 국내 터널공사에 도입하고 정착시키기 위해서는 터널 기술자들의 기술적 노력뿐만 아니라 정책적 제도 개선 노력도 절실히 요구되며, 본 시스템의 성패는 모든 터널 기술자의 지속적인 노력에 달려 있다.

4. 터널공사의 선진화를 위한 제언

지하터널공사는 다른 구조물에 비해 지반공학적 불확실성(Uncertainty)으로 인해 많은 어려움을 겪는 것이 사실이다. 이는 터널 낙반사고와 같은 대형 사고를 수반하기도 하고, 공사의 어려움으로 인해 부실시공의 형태로 나타나기도 한다. 실제 터널 현장에서 조사자, 설계자, 시공자가 느

끼고 고민하는 문제는 상상 이상으로 크며, 매우 열악한 것이 작금의 현실이다. 또한 이러한 문제점을 직시하고 이를 개선하기 위한 노력은 모든 터널 기술자의 바람일 것이다. 그렇다면 이러한 문제점을 개선할 방법은 무엇일까? 이를 구체적으로 살펴보기 위한 첫 번째 과정은 다른 나라, 특히 선진국에서는 터널공사를 어떻게 관리하고 있는지를 확인하는 것이다. 지난 3년간 해외에서 근무하면서 전혀 다른 시스템으로 관리·운영되는 모습이 놀라웠고, 동시에 과연 이러한 시스템이 국내에 적용될 수 있을지 회의적이기도 하였다. 물론 그곳에서도 터널 사고가 발생하고 기술적 문제점이 없는 것은 아니지만, 그들이 보유한 기술적 장점은 분명히 존재하며 우리가 반드시 배워야 할 부분이다.

해외 선진 터널공사의 건설시스템을 이해하기 위해서는 먼저 국제 계약시스템을 이해해야 하는데, 이를 기반으로 한 공사관리시스템을 파악해야만 한다. 이것은 건설공사시스템의 기본 프레임으로서 해외 건설문화에 대한 종합적인 사고의 틀 속에서 가능한 것이기도 하다. 다시 말해, 거대한 건설시스템의 한 축으로서 터널과 같은 지하공사에는 특장적인 관리가 필요하며, 이는 지반 불확실성으로 인한 지반 리스크를 분석·평가하고, 그 리스크를 공사 당사자 간에 분담(Sharing)하며, 관리 책임을 명확히 하는 것이라 할 수 있다.

이러한 관점에서 지하터널공사 건설시스템의 중심적인 핵심 사항과 기본적인 틀이 이번 정책연구를 통해 충분히 도출되었다고 판단된다. 또한 많은 터널 기술자들의 현장 Need와 VOC를 바탕으로 보다 현실적인 방안이 마련되어야 함은 물론이다. 나아가 이러한 결과들이 정책과 제도 속에 반영될 수 있도록 우리 터널 기술자들이 꾸준히 노력해야 할 것이다.

본 시스템은 현재 지하터널공사의 문제점을 근본적으로 개선하기 위한 것으로, 선진화된 합리적 방법으로 터널공사를 수행하게 함으로써 지하터널공사 중 발생하는 리스크에

능동적으로 대응하고, 공사 당사자 간의 리스크를 적극적으로 분담하도록 하는 것이다. 이러한 시스템을 도입함으로써 부실공사를 예방하고 안전한 터널 시공이 가능할 것이다.

지하터널공사의 부실공사와 안전사고 문제는 일반 국민들에게 뜨거운 이슈로 부각되면서 우리 터널 기술자들에 대한 부정적 인식으로 이어져 자부심을 갖지 못한 것도 사실이다. 이제는 우리 터널 기술자들이 지하터널공사에 대한 정확한 인식을 바탕으로 문제점을 개선하고자 노력해야 한다. 터널 현장과 기술자들이 당면한 문제를 우리 스스로 진단하고, 그 문제를 해결하기 위한 기술적 대책과 정책적 개선 방안을 마련함으로써 정부기관과 발주처의 정책 방향 수립에 터널 기술자들의 의견을 분명히 반영하는 노력이 필요하다고 생각한다.

또한 터널 분야의 기술적 발전뿐만 아니라 터널 및 지하공간 사업으로 인한 사회·환경적 영향 평가와 경제적 이득 분석, 이를 뒷받침할 수 있는 정책적·제도적 개선 방안의 수립, 해외 진출을 향한 글로벌 기술로의 전환 등 풀어나가야 할 많은 과제들이 있다. 이러한 과제는 우리 터널인들이 공동의 인식을 가지고 『터널과 지하공간』이라는 공동의 토대 속에서 함께 노력하고 나아간다면 분명히 해결될 것이라 생각한다.

지금 터널을 포함한 토목 분야는 변화를 요구받는 시점이다. 아마도 국내의 현실적 한계와 다양한 제약을 극복할 유일한 돌파구는 해외라는 인식에는 이견이 없을 것이다. 이에 우리 엔지니어들도 해외 진출을 위한 본격적인 준비가 필요하다. 이러한 관점에서 터널 분야 역시 글로벌 스탠다드에 맞추어 공사 시스템을 합리적으로 개선하고, 설계 기준 및 시방 기준에 대한 검토도 수행되어야 한다고 본다. 이러한 노력들이 모여져 국민들에게 안전하면서도 사회·환경적으로 우수한 터널공사라는 인식이 재정립될 수 있을 것이다. 

그·날·의·도·로

국내 최초의 현수교, 남해대교 이야기

남해군 설천면과 하동군 금남면을 이은 남해대교는, 1968년 착공해 1973년 6월 22일 문을 연 대한민국 최초의 현수교다. 섬과 육지를 잇는 연륙의 염원을 현실로 바꾸며, 남해도의 지리적 고립을 끝내고 남해·하동·여수·부산으로 이어지는 교통·물류의 동맥을 열었다. 지금도 붉은 실루엣으로 바다와 하늘을 가르는 이 다리는 '길의 시대'를 선언한 상징물이다.



- 1 남해대교 500m 옆에 2018년 9월 개통한 노량대교가 있다
- 2 남해대교 개통식에 참석한 국민들(1973년 6월 22일)
- 3 현대건설이 케이블 설치공사를 하고 있는 장면(1972년)

기술적으로도 남해대교는 우리 도로사의 이정표였다. 총연장 660m, 주경간 404m의 3경간 2한지 보강형 현수교로, 강상형(스틸 박스거더) 상판과 해상 오픈 케이스 기초 위 H형 강재 주탑으로 시공되었다. 수심이 깊고 조류가 센 노량수도에 서의 가설은 당시 국내 기술과 시공관리의 한계를 시험한 도전이었다. 이 다리의 개통은 '현대식 장대교량'을 통한 국토 연결이 본격화되는 신호탄이었고, 이후 전국 랜드마크 교량건설의 디딤돌이 되었다.

남해대교의 자리 또한 역사와 맞닿아 있다. 다리 아래 노랑 바다는 임진왜란 최후의 격전지로, 이순신 장군이 장렬히 전사한 곳이다. 과거의 바다를 건너 전해오는 충무공 이순신의 이야기를 통해 '기억 위에 놓인 남해대교'를 밟는다.



2018년 9월, 남해대교 500m 옆에는 더 긴 주경간과 우수한 교량 건설기술을 가진 노량대교가 개통하며 옛 명성을 놓아주게 되었지만, 남해대교는 여전히 한려해상 풍경 속 우리나라에서 가장 오래된 현수교로서 존재감을 지키고 있다. 첫 현수교가 열어젖힌 기술과 교통을 넘어 관광의 문은 지금도 활짝 열려 있다.

그날, 남해대교 건설은 오늘날 도로인의 역사적 귀감이다. 🇰🇷

출처 및 참고자료:
©국가기록원, ©한국우표포털

‘한강의 기적’과 함께 무너져내린 성수대교

이영천 | 작가



영화나 드라마에서 1970~80년대 ‘공사 입찰’ 장면을 한 번쯤은 보았을 것이다. 조직폭력배가 출입문을 막거나, 열린 탁구공을 입찰함에 넣거나, 미리 표시된 봉투로 특정 업체가 낙찰받는 장면들이다. 하지만 이는 매우 순진한 방법이다. 당시 건설업계엔 상상을 초월하는 담합 기제가 작동되고 있었다.

1970년대 공공공사 입찰제도는 ‘최저가 낙찰제’였다. 예정가격 대비 가장 낮은 금액 입찰자가 낙찰받았다. 그런데 발주 예정 공사를 대형 건설사끼리 순서를 정해둔 ‘낙찰순번제’가 공공연히 통용되었다. 공사가 발주되면, 순번이 된 건설사가 갖은 째짜미를 동원한다. 들러리 서는 여타 회사와 입찰금액을 합의한다. 이 과정에서 발주처에 엄청난 금품이 제공됨은 물론이다. 건설사와 발주처 간 암묵적 관행으로, 악어와 악어새처럼 서로의 안위를 보장하는 장치였다. 이런 방식으로 공사를 수주하는 건 실로 땅 짚고 헤엄치기였다.

이렇게 낙찰받은 공사가 시공과정에서 변신에 변신을 거듭한다. 소위 ‘설계변경’이 요술을 부린다. 관계 법령이나 지침에 명기된 사항 이외 항목을, 아주 창조적으로 발굴해낸다. 공사비 증액이다. 국민 세금을 갇아먹는 행위다. 당시 실태는 통계적 ‘물가상승률과 물량변동’을 훨씬 뛰어넘는 증액이었다. 이는 발주처 담당 공무원과 현장 책임자 간 서로 용인·묵인되지 않으면 절대 이뤄질 수 없는 일이었다.

멋있는 다리를

성수대교는 총연장 1,160m에 폭 19.4m (4차선) 교량이다. 설계하중 DB-18(충중량 32.4t)로, 사실상 대형트럭의 빈번한 통행엔 취약한 교량이다. 1977년 4월 15일 착공, 2년 6개월 만인 1979년 10월 16일 준공된다. 성수대교 준공식에 살아생전 박정희가, 직접 준공 테이프를 끊고 다리 위를 걷기까지 한다.

당시 한강 다리는 거의 형교(Girder)로 경제적이며 모양이 단순했다. 이에 서울시가 움직인다. 성수대교를 한강에서 가장 아름다운(?) 다리로 만들겠다는 기획이다. 미관 증진이 명분이다. 우리나라 최초인 ‘게르버 트러스(Gerber Truss)’다. 힘을 크게 받는 앵커 트러스를 양쪽에서 내밀고, 그 위에 상대적으로 가볍고 긴 현수재인 게르버 트러스를 거치하는 공법이다. 앵커 트러스가 양쪽에서 각 38m, 게르버 트러스가 48m로 당시로선 상당히 긴 124m 경간의 다리다.

설계에서부터 터무니없는 일이 벌어진 다. 우선 설계 기간이 무척 짧았다. 설계는 (주)대한콘설탄트에서 맡았다. 발주처인 서울시는 기본설계를 생략하고, 곧바로 실시설계를 지시해 단 5개월 만에 설계를 준공시켜버린다. 시공 경험이 없으니, 당연히 설계 경험도 일천하다. 국내 최초로 적용하는 공법을, 이처럼 번갯불에 콩 볶듯 처리해 버린 조급함을 서울시가 저지른 셈이다.

준공기준으로 한남대교가 11.3억(1969년), 영동교가 20.6억(1973년), 천호대교가 38.4억(1976년) 공사비다. 이중 천호대교 공사비를 1977년 소비자물가상승률(10.25%)을 적용, 재산정하면 42.33억 원이다. 서울시의 성수대교 공사비(예정가격)는 116.04억 원이다. 당시로선 성수대교 공사비가 상당했음을 알 수 있다. 형식은 다르지만, 유사 규모 대비 2.75배의 공사비가 책정된 셈이다.



▲ 게르버 트러스를 거치 중인 성수대교. ©서울역사박물관

저가 낙찰과 설계변경

동아건설 순번이다. 낙찰은 예정가격 대비 66.55%인 77.22억 원이다. 정황을 세세히 확인할 순 없지만, 당시로선 초대형인 성수대교 입찰에 물밑경쟁이 치열했을 개연성이 엿보인다. 순번이 정해진 그들만의 리그에서, 누군가 배신했을 가능성이다. 낙찰률이 증거다. 당시 공공공사 낙찰율은 관행적으로 80% 후반에서 90% 초반이었다. 상납과 비자금에 낙찰금액에 포함되어야 하기 때문이다. 그래야 발주처 곳곳에 상납이 이뤄지고 설계변경은 물론 하청과 재하청을 거쳐 비자금을 만들 수 있기 때문이다. 하지만 성수대교는 높은 공사비로 경쟁이 벌어져, 낙찰률이 66.55%까지 떨어진 것으로 보인다.

낮은 낙찰률을 만회하고자 직원들이 불철주야 뛰었을 터다. 다름 아닌 설계변경이란 요술을 부리려는, 발주처를 향한 로비다. 설계변경이 춤추기 시작한다. 각 년도 해당 소비자가상승률을 적용, 1979년 10월 준공



▲ 압구정동 쪽에서 바라본 1977년 11월의 기초공사 중인 성수대교. ©서울역사박물관

공사비를 산정하면 106.3억 원이다. 하지만 실 준공정산 공사비는 115.8억 원으로 소규모 교량 하나를 가설할 수 있는 9.5억 원이 추가되었다. 1979년 대치동 은마아파트 34평의 분양가가 2,312만 원임을 상기해 보라. 건설사와 발주처 공무원 간 짬짜미가 부린 요술이다.

소비자가물가상승률을 적용한 예정가격(159.8억 원) 대비 115.8억 원의 낙찰률은 72.47%다. 최초 낙찰률 보다 약 6%가 높아졌다. 설계변경은 가히 황금알을 낳는 도깨비방망이였다. 물론 준공공사비도 애초 서울시가 책정한 예정가격보다 낮은 금액으로, 완벽한 품질을 보장하기엔 한계가 있다. 핵심은 낮은 낙찰률로 공사를 수주한 뒤, 갖은 짬짜미를 동원해 터무니없이 공사비를 증액시킨 이면이 있다는 거다. 이는 공정경쟁은 물론 시공 안전과 완성된 토목시설 품질 등을 등한시할 수밖에 없는 구조적 문제였다.



▲ 남단 IC 공사 중인 1979년의 성수대교. 반대편 강북 쪽이 아련하다. ©서울시

빨리빨리 만능 시대

더 의아한 건 공사 기간이다. 발주처 예정 공기는 3년이다. 이마저도 짧아 보인다. 그런데 동아건설은 이를 6개월이나 앞당겨 준공한다. 시공 경험도 없는 게르버 트러스교를 앞당겨 준공했다는 건 무얼 의미할까? 명백히 비용을 뺀 설명이 되지 않는다.

공사비는 소요 기간에 비례하여 증감한다. 단축된 기간만큼 공사원가(노무비 및 경비)가 줄어든다. ‘빨리빨리’를 달성해 발주처 선심을 얻는 건 부수적 정성지수에 불과하다. 정량지수는 돈이다. 품질에 문제가 없고 설계도면대로 시공이 이뤄졌다면, 무척 권장할 일이다. 국민 편익도 증가하고 기업 이윤 창출에 도움이기 때문이다. 하지만 기간 단축은 엄청난 기술개발과 각고의 노력이 뒷받침되지 않는 한 쉬이 달성할 수 있는 영역이 아니다. 제대로 된 시공과 만족할 만한 품질을 확보하면서, 발주처에서 제시한 공사 기간을 준수하기에도 버거운 게 대개의 공사 현장이다. 하물며 당시 인식이나 기술로 서야...

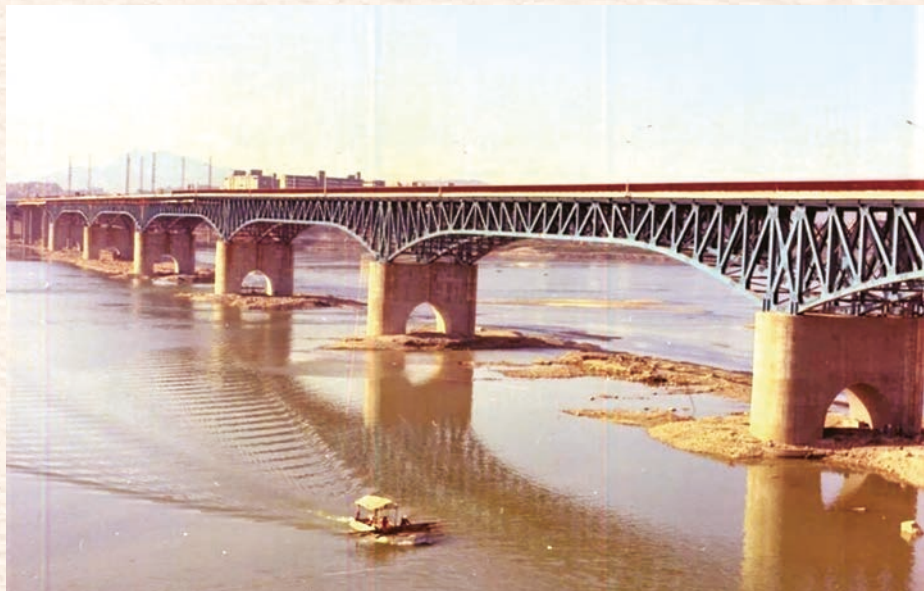
무리한 기간 단축은 품질 저하로 귀결되기 마련이다. 필연이다. 1970년대 말 현장 관행은 미루어 짐작할만한 수준이다. 꼼꼼하게 따져 묻는 책임감리도 없었고, 형식적인 감독마저 등한시했다. 현장 감독관도 오로지 빨리 만이 능사이던 ‘눈먼 자들의 시대’였다. 비속어로 ‘삽질’이 난무했다. 행여 투입되는 재료의 품질을 따졌겠는가? 설계대로 정밀하게 시공되는지 꼼꼼히 점검했겠는가? 시간이 돈이고 장땡인 시대였다. 숨 막히고 험덱이는 그런 시절을 우린 살아냈다.

공사 현장에서 허덕이는 직원과 노동자들. 비지땀 흠뻑 젖은 해진 작업복으로 모진 비바람에 맨몸을 드러내며 살아내야 했던 치열한 공사 현장. 반면 7공자의 하나로 지목받았던 동아건설의 젊은 사장. 말초신경만 지나치게 발달한 졸부 2세와 그를 추종하는 아류들이 만들어낸 이질적이고 퇴폐적인 은밀한 어느 공간. 이런 상반된 삶이 공존하는 ‘극단의 시대’였다. 그게 소위 ‘한강의 기적’이라며 칭송하는 그 시대의 내밀한 속살이다.

무너져 내린 한강의 기적

1994년 10월 21일 07시 15분경, 필자도 출근길에 성수대교를 건넜다. 불과 23분 뒤 사고가 일어난다. 무르익어 가는 가을, 단풍을 재촉하는 비가 제법 맵차던 날이다. 처참한 소식은 몇 시간 후에 알려졌다지만, 분명 우리를 되돌아보게 만든 사건임에는 분명했다. 소위 ‘문민정부’라던 김영삼 정권, 연달아 일어난 대형 참사의 시작이었다.

우리는 한강의 기적이라 부르던 허상에 취해 있었다. 한강의 기적은 서독으로 끌려가듯 파견된 간호사와 광부를 시작으로 굴욕적인 한일 협정, 젊은이들 피와 목숨을 관베트남 파병과 전쟁, 총탄 속 노동, 서독과 미국의 원조 등으로 축적된 자본을 기반으로 삼았다. 여기에 살인적인 저곡가와 낮은 임금, 극한의 노동시간, 인권유린, 총칼을 앞세운 폭압으로 민주주의를 말살시킨 알량한 바탕 위에 선 사상누각이나 다름없었다. 허상에 불과했다. 그 허상이 20년은커



▲ 준공 직전인 1979년 10월 12일의 성수대교. ©서울시

녕 15년도 버티지 못하고 무너져 내렸다. 강고하던 아성이 무너진 자리엔, 구겨지고 낡은 껍데기만 남는 법이다. 비리와 반칙, 물염치와 인면수심이 허무하게 널브러졌다. 당시 독재자가 성욕을 배설하고 쓰레기통에 버린, 구겨진 피임기구를 보는 느낌이 다. 것처럼 구토 치미는 세월을, 길들인 원숭이처럼 우린 30년을 살아냈다.

1990년대엔 너무 안일했다. 누적된 폐단을 폐습을 일거에 쓸어내지 못했다. 3당 합당이란 슬픈 희극과 ‘우리가 남이가’라는 동류의식에 갇힌 우스꽝스러운 비극이었다. 극렬하게 저항(?)하던 타도대상과 자기 동일시다. 어쩌면 허상으로 가득 찬 한강의 기적에 우리 스스로 가두고 있었는지 모른다. 1997년 몰아친 외환위기(IMF)가 이 모든 걸 증언한다. 사회 구석구석, 쓰레기통 속 독재자의 피임기구 같은 의식이 만연했던 시절이다.

아직도 치유되지 못한 아픔

성수대교 현수재인 게르버 트러스가 한강에 떨어진 시각이 07시 38분이다. 부실시공과 관리 소홀이 원인으로 밝혀진다. 게르버 트러스와 앵커 트러스의 접합부(hinge) 결함과, 이를 관리하지 못했다는 진단이다. 부적절한 자재 사용과 비숙련공의 시공도 원인으로 지목된다. 빨리라는 조급함은 어디로 사라지고 담합과 상납, 설계변경으로 빼돌린 돈은 어디로 증발해 버렸을까? 과연 이게 원인의 전부일까?

군사정권이 만든 허상에 안일하게 기대게 근인 아닐까? 군사문화에 기생하며 과실만 따 먹겠다는 의식과 행동이 문제 아니었을까? 1990년대 한복판에서 우린 민주주의를 너무 안일하게 바라봤다. 의식의 밑바닥엔, 70년대 독재자가 쓰다 버린 낡고 구겨진 피임기구를 그때까지 잊지 못하고 있었다. 아니 동경했는지 모른다. 끊어진 다리로 강남 8학군에 배속받지 못하고 강북으로 등학교하던 여중·여고생을 포함 32명이 목숨을 잃고, 17명이 사상을 입는다. 꽃 같은 목숨이다. 1970년대 부정과 비리가 저지른 폭거의 희생자들이다. 알량한 한강의 기적이 잉태한, 안일과 태만이 빚어낸 참극이다. 토건국가 저지른 살인이다.

1995년에 ‘삼풍백화점’이 무너진다. 이 백화점의 탄생과 몰락도 한강의 기적은 물론 성수대교와 쌍둥이처럼 닮았다. 그로부터 30년이 흘려어도 대형 사고는 끊이지 않는다. 빈번한 사고와 무대책도 현재 진행형이다. 알파하고 실체 없는 한강의 기적에 얼마나 강고하게 발 딛고 섰는



▲ 게르버 트러스가 한강으로 낙하한 직후의 처참한 모습. ©서울역사편찬원

지를 보여주는 여실한 증거다. 이 기적은 우리가 극복해야 할 대상이지 숭상할 대상은 결코 아니다. 이의 극복도 친일파나 독재 청산과 마찬가지로 과제다.

민주주의가 사회 전반에 널리 퍼져야 한다. 관례로 허용되던 허상들이 성수대교 대신 무너져 내려야 한다. 원칙이 자리 잡고 절차적 민주성이 강조되어야 한다. 우리는 지금, 언제 무너질지 모를 허상의 한강 다리를 매일 건너고 있는지 모른다. 눈을 들어 주변에 또 다른 성수대교는 없는지, 세심히 살피고 깊이 성찰해 볼 일이다. 

길의 역사 28편 미군정의 도로(8)

5·16 군사정변, 도로 제도부터 다잡다

1961년, 당시 우리에게 길은 패이고, 끊기고, 때로는 진흙탕에 잠기곤 했다. 전쟁의 상처가 채 가시지 않은 어설픈 생길 위에서, 사람들의 일상과 경제의 숨결은 늘 '세련된 길'을 기다렸다. 옹고그름을 차치하자. 5·16 군사정변 이후, 국가는 그 기다림에 빠르게 응답했다. 길을 바로 세우는 일이 나라를 바로 세우는 일임을, 우리는 그때 그렇게 길을 세웠다.

도로를 위해 법률을 제정하다

군사정변 직후, 정부는 국토건설의 방향을 '제도'에서부터 다잡았다. 1961년 부흥부를 건설부로 개편하고 국토종합건설계획 수립을 지시했다. 1963년 마련된 국토종합건설계획에서 '주요 간선도로의 정비와 고속화'가 명시되었고, 1967년 대국토건설계획(안)에는 서울~인천 6차로, 서울~수원 4차로 등 '고속도로'가 정부 문서에 처음 기록되었다. 한 낫 종이에 그어진 선이 사람과 물자의 흐름을 바꾸게 된 시작점이었다. 1961년 제정된 '도로법'은 전후 혼란 속에 사라졌던 도로 관리의 규범을 되살렸고, 1963년 '유료도로법'은 '통행료'라는 도구로 도로 재원의 문을 열었다. 1966년에는 전국 도로망을 통합 정비하며 국도를 1급·2급으로 세분화하고, 특별시도·지방도·시군도를 체계화했다. 접도구역을 설정해 무질서한 난개발도 제어했다. 도로가 도로로서 기능하도록 공간을 비워둔 것이다. 제도가 틀을 만들었다면, 재정은 심장을 뛰게 했다. 1967년 '도로정비촉진법', 1968년 '도로정비사업특별회계법'은 중구난방의 재원을 한데 모아, 전국 도로망을 균형 있게 다지는 추진력이 되었다. 법률과 재정이 만나 거대한 산업이 성장하기 시작했다.



수송의 축을 바꾸다

1970년대, '빨리빨리'가 경제의 동기부여가 되었다. 1970년 서울~부산간 고속도로가 개통되고, 같은 해 '고속국도법'이 공포되면서 고속국도는 일반도로와는 다른 관리체계를 갖춘, 새로운 길의 제도가 되었다. 특히, 고속도로 위를 달린 것은 자동차만이 아니었다. 농촌의 농산물과 공장의 원자재, 일자리, 사람의 온기가 함께 달렸다. 어제는 며칠 걸렸던 여행이 오늘은 반나절이 되었고, 지방 먼 곳에도 기회가 찾아왔다.

성실한 국민들이 세운 도로

이 모든 변화의 뒤안길에는 이름 없는 기술자와 현장 인부, 설계자와 공무원의 땀방울이 있었다. 접도구역을 측량하던 젊은 기술자의 밤샘 도면 위에, 고갯길을 깎아내던 작업자의 굳은살 위에, '근대화'라는 말이 처음으로 구체적인 촉감을 얻었다. 길은 그렇게 사람의 손끝에서 태어나, 다시 사람의 삶을 바꾸었다.

참고자료

도로백서(2003), 한국도로사(1981), 국토교통부 홈페이지, 도로업무편람(2025)

돌이켜보면, 5·16 이후의 도로정비는 단순히 '길을 넓히고 포장한 사건'이 아니었다. 그것은 전쟁의 가난을 끊고, 경제 도약의 시간을 앞당긴 결단이었다. 전쟁으로 균열 난 국토를 다시 잇고, 경제도약을 위한 국토 혈관을 뚫고, 지역과 지역의 신뢰를 세운 '사회적 시금식'이었다. 우리나라는 그 길 위에서 성장했고, 그 길 덕분에 선진국이 되었다.

더 안전하고 더 멀리

현재의 우리는 다시 길을 묻는다. 노후 인프라 유지 관리, 안전, 기후변화 대응, 지속가능성, 디지털, 탄소중립의 요구 앞에서 길은 또 한 번 시대적 과제를 준비한다. 그러나 변하지 않는 중요한 진리가 있다. 도로는 언제나 함께 살아가는 국가의 필수재라는 사실이다. 1960년대의 법률 제정과 재정이 만나 경제부흥의 시초가 되었듯, 오늘의 국가적 선택도 내일의 길의 일상을 바꿀 것이다.

우리가 매일 밟는 아스팔트 아래에는, 이전 세대가 감내한 절박함과 우리 세대를 위해 남겨둔 배려가 흐른다. 이제 우리는 다음 세대를 위해 무언가 남겨야 한다. 더 안전하고, 더 공정하고, 더 멀리 가는 방식으로. 🇰🇷

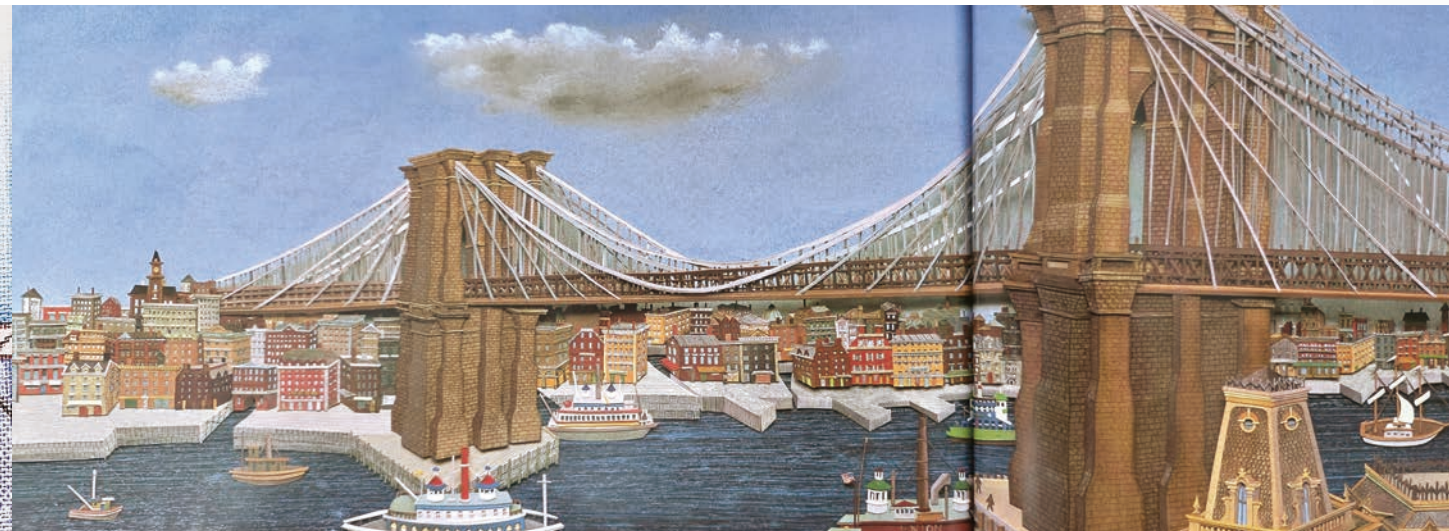


문화예술 속 교량의 미학

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, ■기반시설 건강 진단서 도로편(2025년), ■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. ❶2023년 봄호부터 시작한 본 도로교통저널 <문화예술 속 교량의 미학> 연재에 이어, ❷2024년 3월부터 대한토목학회 학회지에 <문화예술 속 토목구조물의 미학>을 매달 기고하고 있다. ❸2024년 6월부터는 한국터널지하공간학회 학회지에 <문화예술 산책> 제목으로 연재하고 있다.

제11편 매단다리

2025년 가을호



<그림1> 『제국명교기람(諸国名橋奇覧)』¹⁾ <히에츠(飛越) 경계의 현수교>, 가쓰시카 호쿠사이(葛飾北斎), 1834년

인류 최초의 다리는 앞선 연재 글(제1편 외나무다리; 도로교통저널 170호)에서 이야기한 바와 같이 통나무를 쓰러뜨려 만든 다리이거나 발바닥을 디딜 정도의 크기와 무게, 마감을 갖춘 석재 징검석(石)을 이용한 구조물이었을 것이다. 여기에서 나아가 본 원고의 주제인 ‘매단다리’가 덩굴(=넝쿨)²⁾을 이용한 선형(線形)의 형태로부터 발전했을 가능성이 있다. 산악지역의 원시민족들이 식물의 넝쿨을 밧줄 형태로 꼬고 매듭짓고 연결하여 긴 현수선(懸垂線)을 만들었고, 하천(河川)이나 협곡(峽谷) 외 사람이 지나기 어려운 곳에, 줄을 길게 늘어뜨려 양측의 나무에 매달아 혹은 그 어딘가에 고정 후, 그 줄을 잡고 혹은 밟으며 줄 아래위로 이동했을 것이다. 기록에 있는 가장 오래된 현수교는 서기 400년경에 설치된 인더스강(The Indus River) 상류의 케이블(Cable)만으로 이루어진 다리이다. 원시 매단다리는 대부분 선형(線形)재료만으로 구성되었기 때문에 하중을 많이 받는 부분의 변형이 크게 발생하여 사용 시 불안정하였고, 선형의 덩굴 구조재 외에는 달리 의지할 만한 부재가 없었으며, 식물성 줄기로 케이블을 만들었기 때문에 내구성이 떨어졌다.

1) ‘제국명교기람(諸国名橋奇覧)’은 가쓰시카 호쿠사이(葛飾北斎)의 판화 연작 중 하나로, 여러 지역의 유명한 다리를 독특하고 기이하게 그린 작품이다.

2) 덩굴(=넝쿨)은 길게 뻗어나가 다른 물체에 감기거나 땅바닥에 퍼지면서 자라는 식물의 줄기이다.

가쓰시카 호쿠사이(葛飾北斎, 1760~1849년)³⁾의 <히에츠(飛越) 경계의 현수교> 작품에 그려진 매단다리를 보라(그림1). 다리 상판을 줄(Line)이 아닌 걸어갈 수 있는 면(Plane)의 형태로 발전시킨 모습이다. 그러나 보다시피 위태로운 다리이다. 손 스침을 위한 현수선이라도 필요할 걸로 보인다. 사진이 아닌 그림이라서 실제 그대로의 형태나 크기, 디테일이 아닐 수 있음을 고려해서 보더라도 오늘날의 매단다리에 비하면 매우 원시적(초창기 버전)인 다리임을 알 수 있다. 그림2는 아푸리막(Apurímac) 강(River)⁴⁾을 건너는 다리이다. 줄을 꼬아 만든 매단다리로, 다리 상판이 비교적 넓게 만들어졌고 양 측면의 현수선도 튼튼하게 고정하여 사람뿐 아닌 동물(그림에서는 라마가 땀감을 싣고 도도하게 걸어가는 중이다)도 다리를 이용할 수 있게 되었다.



그림2

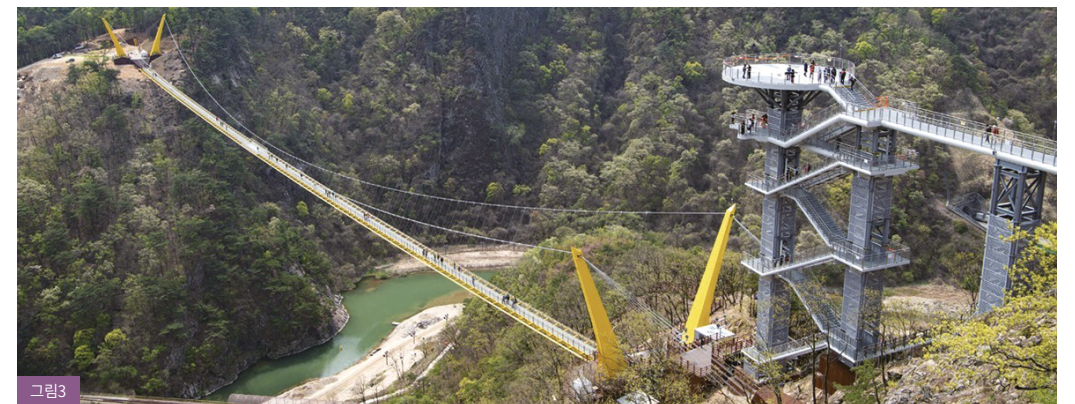


그림3

<그림2> 『세상을 잇는 다리』(1998년 초판, 2015년 8쇄) 속 매단다리, 필레몬 스톨지스(Philemon Sturges) 글, 자일스 라로슈(Giles Laroche) 그림

<그림3> 오늘날의 매단다리, 소금산 출렁다리 (출처: 원주관광)

3) 가쓰시카 호쿠사이(葛飾北斎, 1760~1849년)는 일본 에도 시대 말기의 우키요에(浮世絵; うきよえ, 일본 에도 시대(1603~1867년)에 유행했던 풍속화 또는 판화의 한 종류) 화가이다.

4) 아푸리막 강은 페루의 안데스산맥에서 발원한 아마존강의 주요 상류 지류 중 하나이다.

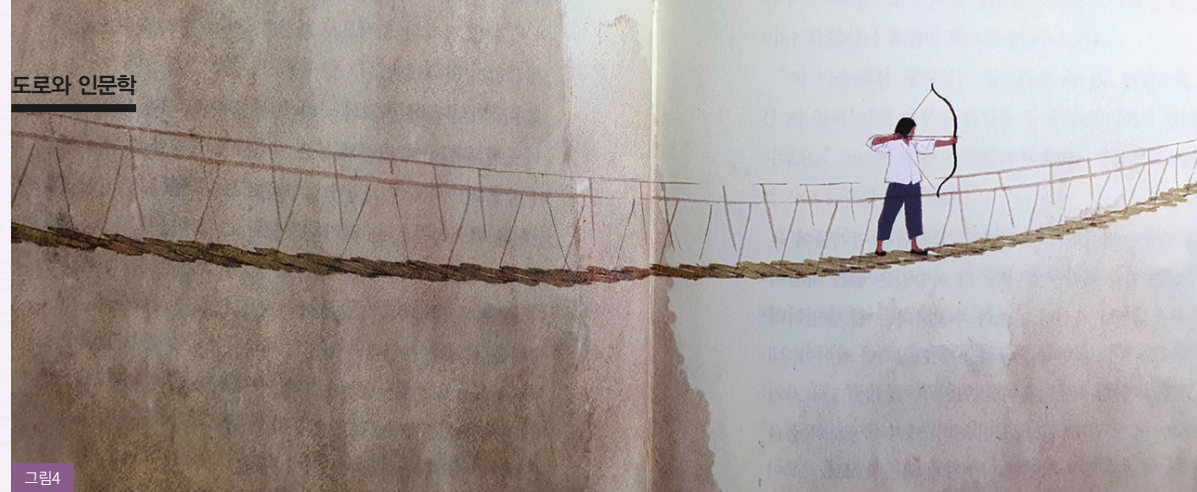


그림4

<그림4> 『아처(Archer)』 삽도 부분, 파울로 코엘료(Paulo Coelho), 2003년

<그림5> 『아처(Archer)』, 파울로 코엘료(Paulo Coelho), 2003년

<그림6> 한탄강 출렁다리 (출처: 트립젠드)

<그림7> 경기도 포천시 '한탄강 Y자형 출렁다리' (출처: 포천시)



그림6



그림7



그림5

파울로 코엘료(Paulo Coelho, 1947년~)⁵⁾의 책 『아처(Archer)』에 등장하는 매단다리를 보라(그림4, 그림5). 상상만 해도 아찔한 높이에 아슬아슬하게 매달려 있는 다리가 그려졌다. 바람만 불어도 흔들거릴 것만 같은 기다란 매단다리 위에, 다리 아래로는 까마득하게 그 끝이 안 보이는 어지러움까지 유발할 환경 속에서 한 소년이 당차게 활시위를 당기고 있다. 손스침용 줄을 양쪽으로 꼭 잡고 서 있어도 두 다리가 후들거리고, 온 몸에 힘이 쑥 빠질 것만 같은데, 담대하게 초고도의 정신집중을 요하는 활시위를 그 어딘가를 향해 조준하고 있는 정신 승리의 모습이다.

5) 파울로 코엘료(Paulo Coelho, 1947년~)는 브라질의 소설가이다. 인간의 내면을 탐구하고 삶의 본질적 측면을 다루는 소설을 써서 전 세계적으로 사랑을 받았다. 대표작은 <연금술사>, <베로니카, 죽기로 결심하다>, <11분>, <오 자히르>, <포르토벨로의 마녀> 등이 있다.

흔들다리

위태위태한 우리 사이
더는 움직이지 못해
...
흔들리는 하늘 위
심장박동이 점점 늘어나는 것처럼 들리니
그냥 서 있을 뿐인데
...
흔들어봐
네 떨림을 느껴 모두 달아올라
...
흔들어봐
매 순간이 기회로 다가와
...

흔들리는 다리 앞에 서서 나를 봐
...
오작교 like a swing bridge effect
심장 소리가 점점 늘어나는 것처럼 들리니
그냥 서 있을 뿐인데
...
흔들어봐
네 떨림을 느껴 모두 달아올라
...
흔들어봐
매 순간이 기회로 다가와
...

- BUGS(벅스뮤직), PinUp(핀업) 노래가사 중에서

‘매단다리’는 다른 말로 ‘흔들다리, 출렁다리, 울렁다리, 구름다리, 무주탑 현수교’ 등으로도 불린다. 기본적으로 ‘흔들림, 흔들거린다’는 속성이 담겼다. 다리가 고정되어 있지 않아서 사람이 움직이는(=이동하는) 내내 움직임(=흔들림)이 온몸을 통해 감지된다.

<흔들다리 효과>라고 들어 보았는가? 일명 매단다리 위에서 썸타기 효과? 정확하게는 매단다리뿐만 아닌, 각종 흔들리는 환경을 이용한 심리효과를 말한다. ‘흔들다리 효과’는 흔들리는 다리 위에서 만난 이성에게 호감도가 증가하게 된다는 이론으로, 흔들림을 거의 느끼지 못하는 안정적인 다리 위에서 상대를 만났을 때보다(상대에 대한) 호감도가 더 상승한다는 효과이다. 심리학(心理學) 용어로는 ‘귀인 오류’라고도 명명한다. 즉, 흔들다리 효과는 잘못된 귀인의 오류를 갖는 심리적 현상 가운데 하나로, 마음이 불안하고 긴장되는 상황에서 그로 인한 신체의 각성이 일어나게 되고 자신의 감정을(상대에 대한) 떨림, 흥분, 이끌림 등으로 착각하게 된다는 원리를 바탕으로 한 이론이다. 실제 여러 임상실험에서도 이 이론이 뒷받침될 만한 근거를 축적했는데, 위험하다고 판단되는 곳, 공포와 위협을 느끼는 장소에서 사람은 유독 더 긴장하게 되고, 무섭거나 두려움을 느꼈을 때 아드레날린이 분비되어 심장을 더 빨리 뛰게 만들어 옆에 있는 사람(특히 이성)에게 더 의지하게 된다고 한다. 첫 소개팅을 하게 된 남녀가 심장을 빨리 뛰게끔 하는 흔들다리(매단다리) 위에서 혹은 익스트림 놀이기구를 함께 타며, 아니면 귀신의 집을 방문한거냐?를 시도하게 되면 평소보다 혈류의 왕성한 움직임을 통해 상대방에게 매력을 느끼는 것으로 착각?하게 될지도?

외국 여행에서 처음 가는 관광지지를 보고 나면 심신이 녹초가 되는 것은 감각기관을 총동원하느라 쓴 에너지가 평소 시보다 훨씬 많기 때문이다. 이때 모든 감각에 힘을 기울여야 하기 때문에 흥분된 상태가 되고 단순한 뇌는 이것을 ‘떨림’과 ‘흥미로움’으로 착각한다. 흔들다리에서 만난 여성은 더 아름다워 보인다고 하지 않던가. - 송길영 알



그림8

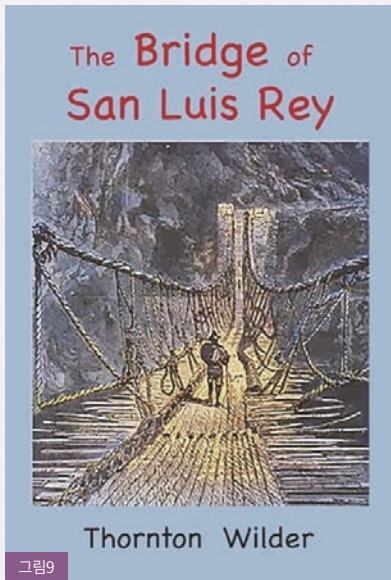


그림9

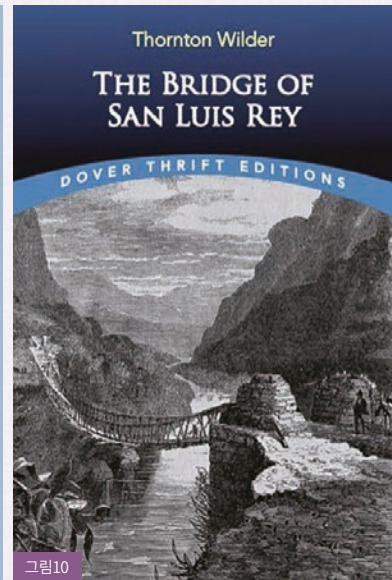


그림10

<그림8~10> 『The Bridge of San Luis Rey (산 루이스 레이의 다리)』, Thornton Wilder (손턴 와일더), 1927년

소설 『The Bridge of San Luis Rey(산 루이스 레이의 다리)』는 미국의 소설가이자 극작가인 손턴 와일더(Thornton Wilder, 1897~1975년)가 1927년에 발표한 장편소설이다. 풀리처상(The Pulitzer Prizes) 수상작으로도 알려진 본 작품은 여러 차례 영화로도 만들어졌다. 연극, 오페라 작품으로도 재해석된 작품이기도 하고, 철학적이며 인간의 존재에 대한 이유를 묻고 있는 이 소설에 등장하는 매단다리는 페루의 리마 근처의 ‘산 루이스 레이 다리(The Bridge of San Luis Rey)’이다. 다리 붕괴로 5명이 사망하게 되었고, 이들의 삶을 재조명하는 방식으로 이야기가 전개된다. 신은 인간의 삶을 계획하고 있는가?, 고통과 죽음의 의미는?, 사랑은 인간 존재의 유일한 가치이자 증거인가? 등 종교적이면서도 철학적인 관점을 감정, 사랑, 고통, 인간관계 등을 통해 기술하고 있다. 본 작품은 “인간이 남길 수 있는 것은 ‘사랑’뿐이며, 사랑이 존재한다면 그 어떤 삶도 의미가 있다.”로 결론지어진다.

오늘날 장대교량 형식의 선두주자(先頭走者)가 된 현수교(懸垂橋, Suspension Bridge)는 케이블에 의해 지지받는, 상판을 케이블에 매단 형식의 다리(교량)이다. 현수교의 현수(懸垂; 매달을 현, 드리울 수)는 줄을 늘어뜨려 매단다는 뜻인데, 자세히 풀이하면 현수교는 주탑(Tower, Pylon)과 앵커리지

(Anchorage), 주탑과 주탑 사이를 잇는 주케이블(Main Cable)에 행어(Hanger, Suspender)를 매달아 상판(보강형; Stiffening Girder)을 들고 있는 형태이다.

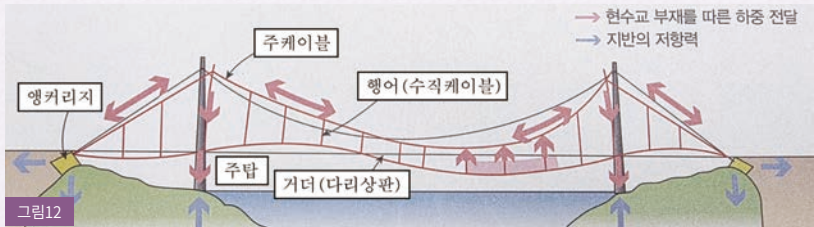
주케이블(Main Cable; 두 개의 주탑 사이에 길게 드리워진 곡선 케이블) 고정 방법에 따라, 케이블에 의해 전달되는 교량의 하중(荷重; 무게)을 다른 고정체(固定體)에 연결하여 지지하는 타정식(Earth-anchored)과 교량 자체의 균형에 의해서 하중을 지지하는 자정식(Self-anchored) 현수교가 있다. 주케이블 개수에 따라서는 1면 케이블 현수교, 2면 케이블 현수교로 구분할 수 있고, 행어는 수직으로 매다는 방법이 보편적이다. 하지만 영종대교, 오클랜드 베이브릿지처럼 3차원 형상으로 배치할 수도 있다. 영문으로는 Suspension Bridge라고 쓴다. Suspension은 라틴어 ‘Suspensio’에서 유래하며 ‘매달다, 떠받치다, 유지하다’를 뜻한다. Suspension의 동사형은 Suspend로 ‘매달다’이며, 여기에서 Pen이 ‘매달다’의 의미를 지닌다.



그림11

<그림11> <서로 다른 데칼코마니 매단다리 A + B>, 2025년, 22.0×27.0cm, 캔버스에 색연필 (©문지영 작품)

현수교(懸垂橋, Suspension Bridge)의 주요 부재는 인장력(引張力; Tensile Force, 부재를 잡아당겨서 늘어날 때 발생하는 힘)을 받는 케이블이므로, 인장(引張)에 강한 강재(鋼材)의 출현은 현수교의 가설 기술을 현저하게 발전시켰다. 19세기 후반에 브루클린 브릿지(Brooklyn Bridge)를 비롯한 근대 현수교가 완성된 이후, 수많은 시행착오를 거치면서 20세기 초에는 현수교의 전성시대가 시작되었다. 현수교는 오늘날 가장 긴 경간에 적용되는 형식인데, 세계 최장경간 교량은 일본의 아카시대교(Akashi Bridge)로 중앙경간 1,991m의 타정식 현수교이다. 한국의 대표적인 현수교로는 이순신대교(중앙경간 1,545m), 광안대교(중앙경간 500m), 남해대교(중앙경간 404m), 영종대교(중앙경간 300m), 소록대교(중앙경간 250m) 등이 있다. 여담으로 이순신대교는 필자가 (주)유신 구조부 재직 당시 여러 엔지니어와의 협업으로 설계한 다리이기도 하다. 주탑 사이의 거리가 멀어지면서 거더(다리 상판) 아래로 무주탑 공간이 더 많이 확보됨에 따라 현수교는 점점 더 웅장해졌고 재료의 발전(특히 케이블)으로 인해 구조적 안전성 역시 증가했다. 아래의 그림12는 차량이 다리 상판에 올라탔을 때의 현수교 하중 전달 원리를 간단히 표현한 것이다. 대한토목학회에서 발행한 『자연과 문명의 조화 토목공학』(2018년) 책 속의 삽도를 필자가 재가공하여 이곳에 수록하였다.



<그림12> 차량 하중에 의한 현수교의 변형 모습과 하중 전달 원리 (출처: 『자연과 문명의 조화 토목공학』 (Book), 대한토목학회 '자연과 문명의 조화 토목공학' 출판위원회, 2018년 재가공)

<그림13> <서로 다른 데칼코마니 매단다리 B + A>, 2025년, 22.0×27.0cm, 캔버스에 색연필 (©문지영 작품)



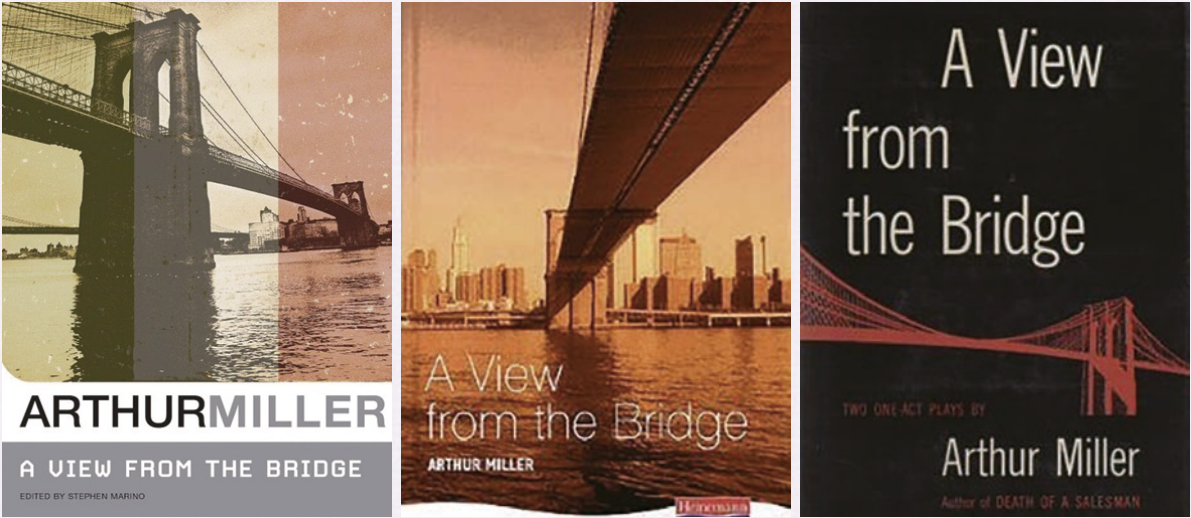
<그림14> 『세상을 잇는 다리』 (1998년 초판, 2015년 8쇄) 속 매단다리, 필레몬 스테지스(Philemon Sturges) 글, 자일스 라로슈(Giles Laroche) 그림

<그림15> <Seeing>, 우병출, 2025년 Kiaf, 80.3×116.8cm, 캔버스에 오일

<그림16> 『Brooklyn Bridge(브루클린 브릿지)』, Karen Hesse(카렌 헤세), 2008년

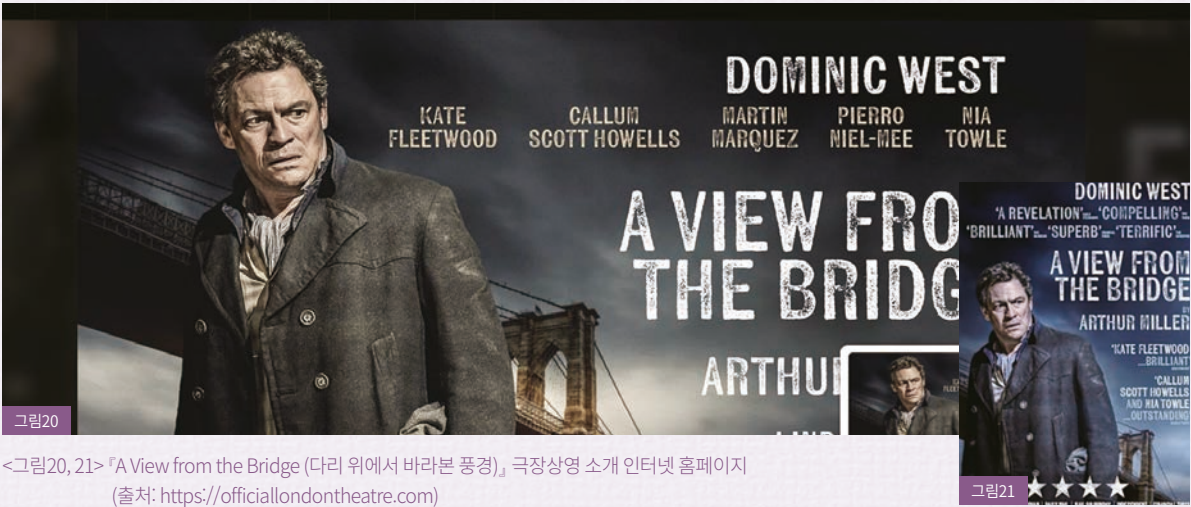


뉴베리 상(Newbery Medal) 수상 작가인 카렌 헤세(Karen Hesse, 1952년~)의 역사소설 『Brooklyn Bridge(브루클린 브릿지)』는 2008년에 발간되었다(그림16). 본 소설은 1903년 미국 뉴욕 브루클린을 배경으로 한다. 역사소설이긴 하지만 허구의 요소가 섞여 있으니 있는 그대로 믿으면 문제가 있겠고. 주인공은 14세 소년으로 미국 최초의 테디 베어(Teddy Bear)를 만들어 러시아에서 온 이민자 유대 가족 모두가 성공적인 삶을 일군다는 내용이다. 그러나 브루클린 브릿지 아래에서 살아가는 집 없는 아이들의 이야기가 동시에 그려진다. 당 시대의 빈부격차, 이민자들의 현실, 도시의 어두운 면의 대비가 묘사되었다. 주인공 소년은 브루클린 브릿지를 건너며 삶을 새롭게 바라보게 된다는 이야기를 담고 있다.



<그림17~19> 『A View from the Bridge (다리 위에서 바라본 풍경)』, Arthur Miller(아서 밀러), 1955년

『A View from the Bridge (다리 위에서 바라본 풍경)』(그림 17~19)는 아서 밀러(Arthur Miller, 1915~2005년)의 희곡(연극 대본)으로 1955년에 발표되었다. 극 중 배경은 1950년대 브루클린 항만 일대, 이탈리아계 이민자 공동체 사회에서의 법과 정의를 포함한 생활상을 그렸다. 내용을 보면 독자들에게 추천하고 싶지는 않은데, 브루클린 부두 노동자 사회에서 한 남자가 조카에 대한 금지된 욕망과 질투로 인해 가정과 명예, 생명을 모두 잃는다는 비극적인 내용으로 끝나기 때문이다. 내용은 둘째치고 책 커버의 브루클린 브릿지는 미국 뉴욕의 명물(랜드마크) 교량(매단다리, 현수교)임은 틀림없다. 이미 포토스팟(Photo Spot)으로 유명한 다리이기도 하고.



<그림20, 21> 『A View from the Bridge (다리 위에서 바라본 풍경)』 극장상영 소개 인터넷 홈페이지 (출처: <https://officiallondontheatre.com>)



그림22~28

미국 뉴욕에 ‘브루클린 브릿지’가 있다면, 샌프란시스코에는 ‘골든게이트 브릿지(Golden Gate Bridge, 금문교; 金門橋)’가 있다. 지역의 명물 교량 골든게이트 브릿지의 위상은 말해 무엇? 이긴 하다. 세계적인 랜드마크(Landmark) 현수교 골든게이트 브릿지를 주제로 한 글은 필자가 여러 칼럼을 통해 기고한 바 있으므로, 이곳에서는 간략하게 사진만 공유하고 넘어가겠다. 샌프란시스코 도시 전체가 골든게이트 브릿지를 홍보하고 있다고 해도 과언이 아니었던 2013년 현장의 모습을 필자는 아직도 또렷하게 기억하고 있다. (필자의 글은 인터넷 서핑을 통해 손쉽게 찾을 수 있다.)

마블 영화 <블랙 팬서(Black Panther)>(2018년)에 부산의 대표 현수교인 ‘광안대교’가 촬영지로 조명되었다. 광안대교의 모던한(=현대적인) 형상이 미래지향적인 마블 액션물에도 안성맞춤이다.



그림29

<그림22~28>

샌프란시스코 골든게이트브릿지의 다양한 뷰(View) 체험, 2013년(©필자 촬영)

<그림29>

샌프란시스코 관광홍보책자 부분, 2013년(©필자 촬영)

<그림30>

부산 광안대교 위에서 펼쳐지는 추격 장면, 영화 <블랙 팬서(Black Panther)>, 2018년



그림30



<그림31> <아빠의 양팔에 매달려 노는 아이들>, 2025년, 22.0×22.0cm, 캔버스에 색연필 (©문지영 작품)
 <그림32> 롯데월드 회전그네에 매달리기 (출처: 서울신문)
 <그림33> <매달기>, 2025년, 22.0×22.0cm, 캔버스에 색연필 + 펜 (©문지영 작품)
 <그림34> <쇼핑하는 여인(Woman with Shopping)>, 론 뮤익(Ron Mueck), 2013년, 113×46×30cm, mixed media (©필자 촬영, 2025년)

‘매달다’라는 동사는 ‘줄, 끈, 실 등으로 잡아매어 달려 있게 하다.’를 뜻한다. 빨래를 빨랫줄에 매달거나(그림33), 사람들이 그네에 매달려 놀거나(그림32), 양손에 마트에서 산 식료품을 한 가득 들고(=매달고) 가슴팍에는 아기띠를 채워 아기를 안고(=매달고) 있거나(그림34), 아이들이 부모의 양팔에 매달려 재롱을 부리는(그림31) 등의 다양한 매달림을 일상의 삶 속에서 어렵지 않게 찾아볼 수 있다.

어떤 대상이 어떤 대상을, 어떤 존재가 어떤 존재를 매달 때 혹은 어떤 존재에게 매달릴 때 주의해야 할 것이 있다. 통제할 수 없는 무게를 매달거나 매달리게 되면 양쪽 모두 ‘사고’로 이어진다는 점이다. 즉 극한의 한계점을 넘기면 위험하다. 그러나 다른 한편으로는 <사랑이 가득 매달린 나무, 사랑을 가득 매단 나무>(그림35)처럼 나뭇가지에 열매가 한가득 매달리고, 나뭇가지가 열매를 가득 매달게 되면, 나뭇가지와 열매는 서로의 ‘존재 이유’이자 ‘소중한 가치’로 거듭나게 된다. 서로의 사랑을 가득 매달고 매달리게 되면서 그리고 그 열매가 언젠간 아래로 떨어지고 열매 속 씨앗이 먼 훗날 여러 그루의 사랑나무를 잉태하게 될 것을 상상하면 과한 것이 꼭 나쁜 것만은 아닌 것도 같다. 🇫🇷



<그림35> <사랑이 가득 매달린 나무, 사랑을 가득 매단 나무>, 2025년, 22.0×27.3cm, 캔버스에 펜 (©문지영 작품)



<그림36> <빛나는 큰 해를 품은 매단다리>, 2025년, 22.0×22.0cm, 캔버스에 색연필 (©문지영 작품)



가을 정취를 품은 순천만의 초대 순천 여행

허준성 | 여행작가

길었던 여름을 뒤로하고 선선한 기운과 함께 가을을 맞이하기에 순천만한 곳이 또 있을까. 세계 5대 연안 습지 중 하나인 순천만습지에는 다양한 새와 염생식물 그리고 동물들을 만나볼 수 있고, 국내 최대 갈대군락과 함께 대한민국 1호 국가 정원인 순천만 국가정원이 기다린다. 세계 각국의 정원을 둘러보며 가을을 즐기다 보면 하루도 부족하겠지만, 일정에 여유가 있다면 순천과 맞닿아 있는 광양을 함께 둘러보면 더욱 알찬 여행이 된다.



Course



순천만 갯벌은 세계 5대 연안 습지로 240여 종의 새와 33종의 염생식물 및 저서동물과 포유동물이 저 나름의 생태계를 꾸려 서로 의지하며 살아간다. 유네스코 생물권보전지역, 국가 지정 문화재 명승으로도 지정되어 있다. 갯벌 한 편에 자리한 순천만습지에는 160만 평을 자랑하는 국내 최대 규모 갈대밭이 뽁뽁하게 들어차 1년 내내 장관을 이룬다. 갈대군락 사이로 편안하게 산책할 수 있도록 데크길도 깔려있다. 길 따라 바람 따라 40분 정도 쉬엄쉬엄 걸어가면 순천만습지가 한눈에 내려다보이는 용산전망대가 나온다. 어쩌면 순천만을 가장 아름답게 바라볼 수 있는 곳이겠다. 해가 넘어가는 시간에 가면 진정한 순천만습지의 아름다움을 만끽할 수 있다.

세계 5대 연안습지로 손꼽히는
순천만습지



INFO

- 📍 전남 순천시 순천만길 513-25
- ☎ 061-749-6052
- 🕒 08:00~18:00(계절에 따라 변동)



대한민국 1호 국가정원 순천만 국가정원



2013년 순천만 국제 정원 박람회를 개최하면서 조성되었다. 83 종류의 각기 다른 나라, 다른 테마를 갖춘 정원이 어우러져 하나의 거대한 정원을 이룬다. 네덜란드를 고스란히 옮겨놓은 듯한 튜립 정원과 영국 찰스 제스가 설계한 호수 정원, 그리고 우리의 옛 정원을 구현한 한국 정원이 특히 볼만하다. 1월 동백을 시작으로 겨울 억새까지 일 년 내내 꽃을 피워 정원을 향기로 채우는 덕에 어느 계절에 방문해도 부족함이 없다. 워낙 넓어 모든 정원을 둘러보려면 최소 반나절 이상 걸어야 하니 단단히 준비하자.

INFO

- 📍 전남 순천시 국가정원1호길 7(서문주차장), 국가정원1호길 162-11(동문주차장)
- ☎ 061-749-3114
- 🕒 09:00~19:00(계절에 따라 변동)



어른들을 위한 추억 여행지 순천 드라마촬영장



국내 최대 규모의 영화, 드라마 촬영장이다. 60년대 순천 읍내, 70년대 봉천동 달동네와 80년대 서울 근교까지 표현해 놓았다. [그해 여름], [사랑과 야망], [님은 먼 곳에], [제빵왕 김탁구] 등 이름만 들어도 장면이 떠오르는 걸쭉한 명작의 배경이 되었다. 어른들에게는 추억을, 아이들에게는 옛 생활을 간접적으로 체험할 수 있는 공간으로 꾸준한 인기를 누리고 있다. 순천만 국가정원, 순천만습지, 순천 드라마촬영장, 낙안읍성을 모두 둘러볼 계획이라면 처음부터 '관광지 통합 입장권'으로 발권하는 편이 유리하다.

INFO

- 📍 전남 순천시 비례골길 24
- ☎ 061-749-4003
- 🕒 09:00~18:00





장도의 모든 것, 국내 유일
장도박물관



역사 드라마에서 보게 되는 ‘장도’는 여자들이 순결을 지키기 위해 자결용으로 사용했다고 나오지만, 실제 우리나라의 장도는 흔히 알려진 것과 달리 다양하게 쓰였다. 두 임금을 섬기지 않겠다는 뜻의 ‘충절도’는 남자가 소유하고 다녔다. 성별을 구분하지 않고 항상 가지고 다니면서 과일을 깎거나 종이를 자르는 등 일상생활 용도로도 유용하게 쓰였다. 보통 다른 나라에서 전쟁과 싸움의 도구로 쓰였던 것과 전혀 다르게 사용된 독특한 칼 문화라고 볼 수 있다.



INFO

- 📍 전남 광양시 광양읍 매천로 771
- ☎ 061-762-4853
- 🕒 09:30~18:00, 일요일 휴무



조선시대를 엿볼 수 있는
낙안읍성 민속마을



조선시대의 흔적이 남아있는 읍성 중에서 가장 원형이 잘 보존된 곳이다. 1397년 조선 태조 때 왜구의 침입을 막기 위해 흙으로 성곽을 쌓았다가 이후 1626년 석성으로 완성되어 지금에 이르고 있다. 1.4km에 이르는 성벽을 따라 마을을 돌아보면 옛 모습을 간직한 90여 채의 초가가 눈길을 끈다. 현재도 주민들이 거주하고 있으며 수문장 교대 의식, 사물놀이, 목공예 등 다양한 전통 공연과 민속 체험이 사람들의 호기심을 자극한다. [대장금], [허준], [토지], [불멸의 이순신] 등 유명한 드라마와 영화 배경이 되기도 했다. 🇰🇷

INFO

- 📍 전남 순천시 낙안면 평촌리 6-4
- ☎ 061-749-8831
- 🕒 08:30~18:30(동절기 09:00~17:30)





나라사랑 역사의 길

제7편_6·25전쟁의 전환점, 인천상륙작전의 현장을 가다

‘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 독립운동사적지와 1,322개의 국가수호사적지 등 총 2,311개의 현충시설을 중심으로 다양한 요소를 고려한 탐방 코스를 제공한다.

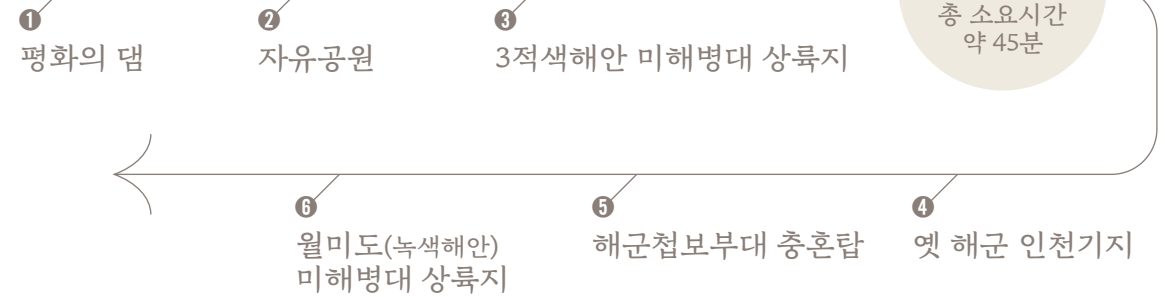
도로교통 저널에서는 독립운동과 6·25전쟁의 국가수호 사적지를 알리고, ‘나라사랑 역사의 길’을 탐방할 수 있도록 기획 연재를 하고 있다. 이번 호에서는 6·25전쟁의 전환점인 인천상륙작전의 현장을 탐방한다. 특별히 우리나라 최초의 근대식 공원으로 인천상륙작전을 지휘한 맥아더의 동상이 세워져 있는 ‘자유공원’을 방문하여 안보의식을 고취해보자.

📍 탐방로 안내

이번 여정은 인천상륙작전 기념관에서 작전의 전모를 파악하는 것으로 시작한다. 이후 작전을 지휘한 맥아더 장군의 시선이 머물렀을 자유공원에 올라보고, 치열한 상륙 현장이었던 적색해안과 녹색해안의 표지석을 찾아보자. 마지막으로 오늘날까지 수도권 해상 방어의 심장부인 옛 해군 인천기지 터의 중요성을 확인하고, 작전 성공의 숨은 주역들 기리는 해군첩보부대 충혼탑을 참배하며 자유와 평화의 소중함을 되새겨보자.



📍 탐방로 안내



📖 코스 개요



인천은 1883년 개항 이후 줄곧 한국 근대사의 전개과정에서 그 중심에 서 있었다. 다른 항구도시들과 달리 인천은 서울로 통하는 관문이기 때문이다. 이는 6·25전쟁 때 인천상륙작전을 통해 입증되었다. 인천상륙작전은 6·25전쟁사에 있어 상당한 의미를 지니고 있다. 국군과 UN군은 월미도의 그린비치·레드비치·블루비치에 상륙작전을 감행하여 전세를 뒤집는데 성공했다. 인천상륙작전의 성공은 낙동강 전선에서 악전고투하던 국군과 UN군에게 전쟁의 주도권을 가져다준 결정적 계기가 되었다.

이러한 지정학적 중요성은 개항기 때에도 마찬가지였다. 인천은 국내뿐만 아니라 일본·중국의 상권과도 연결된 상업적 항구로서 중요한 기능을



담당하였다. 일제는 이점에 주목하여 인천에 각종 수탈기관을 설치하였다.

이번 코스에서는 월미도-녹색해안 상륙지, 월미도-적색해안 상륙지, 인천역 전투지, 자유공원을 통해 인천상륙작전의 발자취를 따라 걸으며 나라사랑 정신을 되새기고자 한다.



코스 ①

인천상륙작전 기념관

작전의 모든 것을 한눈에 볼 수 있는 역사 교육의 장이다. 야외에 전시된 상륙주정과 전차, 그리고 작전 전개 과정을 담은 내부 전시물들은 자유 수호를 위한 국제적 연대의 중요성과 그날의 치열했던 순간을 생생하게 보여준다.

① 인천 연수구 청량로 138

코스 ②

자유공원

우리나라 최초의 서구식 공원으로, 정상에 서 있는 맥아더 장군 동상으로 유명하다. 불가능에 가까웠던 작전을 승리로 이끈 지휘관의 결단을 기리는 동상 앞에서 인천항을 내려다보며, 70여 년 전 포화 속에서 희망을 길어 올렸던 그 날의 함성을 떠올려보자.

② 인천 중구 제물량로232번길 46

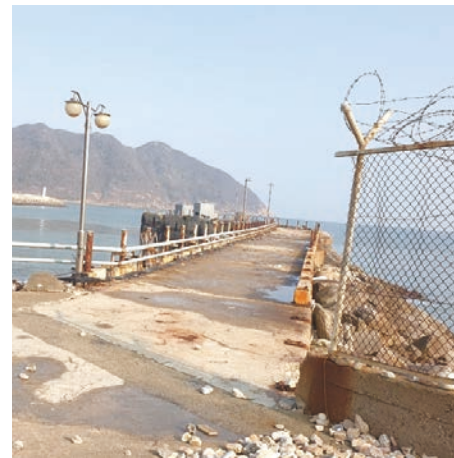


코스 ③

적색해안 미해병대 상륙지

월미도 점령 이후 본토 상륙의 교두보였던 이곳은 치열한 시가전의 시작점이었다. 지금은 공장과 부두가 가득한 산업지대로 변했지만, 그 자리에 선 작은 표지석 하나가 이곳이 자유를 향한 격전지였음을 묵묵히 증언하고 있다.

③ 인천 중구 북성동1가 6-176



코스 ④

옛 해군 인천기지 터

현재 해군 인천해역방어사령부가 주둔한 이곳은 광복 직후부터 대한민국의 해상 관문을 지켜온 핵심 기지이다. 상륙작전 당시 후속 부대와 군수물자 확보에 결정적 역할을 했으며, 지금 이 순간에도 국가 안보의 중요성을 실감하게 하는 살아있는 역사이다.

④ 인천 옹진군 대청도 선진항 인근

코스 ⑤

해군첩보부대 충혼탑

월미공원 한쪽에 자리한 이 충혼탑은 인천상륙작전 성공의 숨은 영웅들을 기리는 공간이다. 작전 전, 작전에 침투해 결정적인 정보를 수집했던 해군 첩보부대원들의 숭고한 헌신이 없었다면 '크로마이트 작전'의 성공은 불가능했을지도...

⑤ 인천 중구 월미로 131-22



코스 ⑥

월미도(녹색해안) 미해병대 상륙지

1950년 9월 15일 새벽, 작전의 첫 총성이 울리고 미해병대가 최초로 상륙한 역사적인 장소이다. 월미도에 있던 북한군 해안포를 무력화하고 본토 상륙의 안전을 확보하는 결정적인 발판이 되었던 곳으로, 승리를 향한 위대한 첫걸음이 시작된 곳이다. 🇺🇸

⑥ 인천 중구 월미문화로 30



* 자료와 사진을 제공해주신 독립기념관, 인천광역시청에 깊이 감사드립니다.

부족한 차량의 변화

⑤ “리테는... 넘어진 차를 손으로 세웠어”

지정용 | 작가



1947년 현대자동차공업사 1주년을 맞아 촬영한 직원들의 기념사진. 현대자동차

강원도 산골 청년 정주영은 1934년 상경해 서울 신당동의 찻가게 복흥상회에 배달 점원으로 취직했다. 모은 돈으로 주인에게서 1938년 가게를 매입해 경일상회로 간판을 바꿔 달았다. 1940년 일제가 찻의 자유 판매를 금지하고 배급제를 실시하는 바람에 문을 닫아야 했다.

얼마 뒤 서울 아현동의 정비공장 아도서비스를 인수했는데, 그만 불이 났다. 종업원이 손 씻을 물을 데우려고 불을 피우다 시너에 불뚱이 튀었다. 정주영이 인수한 지 25일 만이었다. 신설동 공터로 옮겼다.

자동차는 극소수의 부유층만 갖고 있었다. 아쉬울 게 없는 계층이다. 고장났을 때 원하는 건? 돈은 상관없었다. 정주영은 ‘제대로, 빨리’ 고치고 수리비를 아주 비싸게 받았다. 3배 이상 비쌌다. 출고까지, 사흘을 넘기지 않으려 했다. 돈을 많이 벌었다.

1941년 말 일제가 기업정비령을 내리면서 아도서비스 역시 영업을 계속할 수 없었다. 정주영은 정리한 자금으로 트럭을 사 석탄 배달을 했다. 해방 후 적산대지(敵産垞地)를 불하받아 현대자동차 공업사를 설립했다.



현대(Hyundai)로 사명을 정한 건 자동차는 현대 문명의 이기라는 생각에서였다고 한다. 대부분 미군 병기창에서 하청을 받았다. 그런데 가만히 보니, 미군정의 자금은 건설 쪽으로 몰리고 있었다. 필요한 것을 새로 지어야 하는 재건의 시기였다. 이를 간파한 정주영은 이름부터 등록했다. 현대토건이다. “건설업자들이 미군 자금을 굶어가는 걸 보고 우리 역량으로도 할 수 있다고 생각해 간판부터 올렸다”. 1950년에는 건설에 더 집중하기 위해 현대자동차공업사와 합병해 현대건설을 출범시켰다.

1955년 김제원·창원 형제가 신진공업사를 설립했다. 주로 미군의 차량을 수리했다. 이때 불하받은 GMC 트럭을 재생버스로 활용해 재미를 봤다. 그러다 버스를 만들어보기로 작정하고 1960년 부산 전포동에 공장을 지었다. 출시한 H-SJ 마이크로버스가 히트를 쳤다. 25인승이었는데 대부분 노란색으로 출고해 ‘노랑차’라는 애칭이 붙었다.

신진은 1963년 세단 ‘신성호’를 출시했지만 조악한 품질에 가격이 비싸 판매가 부진했다. 그러던 차에 박노정의 먹튀로 주인을 잃은 새나라자동차의 부평공장을 1965년 인수했다.

토요타와 손잡고 이 공장에서 ‘코로나’와 ‘크라운’을 CKD(Complete Knock Down·반조립 현지생산) 방식으로 생산했다. 소형차 코로나는 단숨에 승용차 시장을 지배했다.

신진은 버스에서 1970년대 초반까지 넘사벽이었다. 1968년 출시한 대형 버스 ‘신진디젤’도 시장을 접수했다. 세단은 코로나와 크라운, 버스는 노랑차에 이은 신진디젤이었다. 국내 최고의 자동차 그룹이었다.

그런데 안 좋은 일들이 연이어 터졌다. 1969년 적자투성이인 한국기계공업을 인수한 게 패착이었다. 자금 압박을 계속 받았다. 여기에 토요타가 중국 시장에 진출하겠다고 합작선을 끊어버렸다. 코로나 없는 신진은 양꼬 없는 찌뽕이었다.

1972년 급히 50대 50으로 GM코리아를 설립하고 ‘시보레 1700’ (당시 광고 표기) 등을 생산했지만, 나아지지 않았다. 1976년 한국기계공업과 함께 산업은행의 법정관리에 들어갔다.



신진의 ‘H-SJ 마이크로버스’는 ‘노랑차’로 통했다. 국가기록원



신진은 1967년 코로나 누적 생산 5,000대와 크라운 1호 생산, 창립 7주년을 동시에 축하했다. 국가기록원



새한 제미니(위)와 대우 맵시-나. 한국지엠



1957년 경기 시흥 공장의 작업 모습. 자전거용 파이프를 국산화한 공장이었다. **기아자동차**



1967년 T-2000 신문 광고. **기아자동차**

1961년 혼다와 오토바이를, 이듬해 마쓰다와 손잡고 'K-360'을 생산했다. 기아의 첫 자동차는 356cc짜리 삼륜차였다. 부품을 들여올 때 자동차가 아닌 오토바이로 수입했다. 삼발이로도 불렸던 이 삼륜차를 1974년까지 7,742대 생산했다.

연탄 배달에 많이 쓰였다. 내리막길이나 곡선차로에서 여차하면 넘어졌다. 도로 위에서 차를 일으켜 세우는 모습을 심심찮게 볼 수 있었다. 처음엔 고속도로를 달릴 수 있었지만, 고속 주행 때 전복 위험이 커져 자 통행을 금지했다.

삼륜차는 트라이시클, 트라이크, 스리 휠러 등으로 부른다. 앞바퀴가 하나인 델타(delta)형과, 뒷바퀴가 하나인 올챙이(tadpole)형으로 나뉜다. 퀴노의 삼륜차와 벤츠의 페이스턴트 모터바겐, 최초의 자동차는 모두 델타형이다.

기아가 바퀴 네 개짜리 화물차를 출시한 건 1970년이다. 복사와 타이탄이다. 복사(Boxer)는 독일산 개의 품종에서 이름을 따왔다.

산업은행은 법정관리와 동시에 GM코리아의 사명을 새한자동차로 변경했다. 이때 생산한 모델이 '제미니'다. 1978년 산업은행이 갖고 있던 새한자동차 지분을 인수한 대우가 제미니를 바탕으로 '맵시'를 만들었다.

1983년 1월 대우그룹은 GM에게서 경영권을 완전히 넘겨받아 대우자동차로 이름을 바꾸고 맵시의 페이스리프트 '맵시-나'를 출시했다. 1984년 프로야구 한국시리즈에서 역전 3점 홈런으로 MVP가 된 롯데 자이언츠의 유두열이 부상으로 받았다.

1983년 1월 GM에게서 경영권을 완전히 넘겨받았던 대우자동차는 19년 만인 2002년에 다시 GM에게 넘겼다.

일본에서 자전거 기술을 배우고 온 김철호가 1944년 경성정공을 설립했다. 1952년 전쟁 수도, 부산에서 우리나라 생산 1호 자전거 '3000리호'를 출시하며 기아산업으로 개명했다. 아시아(亞)에서 최고로 일어서겠다(起)는 의지의 표현이었다. 훗날 미국 자동차 시장 진출 초기, 사명 때문에 애를 먹었다. 미국에서는 KIA가 작전 중 사망(Killed In Action)을 뜻하기 때문이다. 물론 '기아'와 '케이아이에이'로 달리 발음하지만 미국인들에게 거부감을 주기엔 충분했다. 짠 맛에 타다 죽을 수도 있는 차로 인식될 수 있었다. 시장에 안정적으로 정착한 지금은 이런 거부감 없이 '기아'로 제대로 발음한다.



1974년 브리사는 단숨에 승용차 시장 1위에 올랐다. 영화 '택시운전사'의 차량이다. **기아자동차**

1974년 승용차 시장에 뛰어들었다. 마쓰다 파밀리아를 들여와 스페인어로 산들바람인 '브리사'를 모델명으로 삼았다. 영화 '택시운전사'에서 주인공의 택시다.

1975년 오토바이는 기아기연, 1979년 자전거는 삼천리자공으로 독립시켰다. 이들은 1998년 현대자동차가 인수할 때까지 범기아그룹이었다. 삼천리자공 직원들이 기아차를 살 때 할인 혜택을 똑같이 받았다.



현대가 1968년부터 생산한 유럽포드의 2세대 코티나. **현대자동차**



현대는 울산 공장에서 1971년 11월부터 뉴코티나를 생산했다. **현대자동차**



마쓰다의 '봉고'를 그대로 들여왔다. 소형 트럭도, 승합차도 초대박이 터졌다. **기아자동차**

신군부가 1981년 '자동차공업통합조치'를 내놔다. 기아는 승용차를 생산할 수 없었다. 마쓰다의 소형 트럭을 들여오기로 결정했다. 그런데 이게 초대박이 났다. 트럭에 이어 출시한 승합형은 '봉고' 신화로 이어졌다. 봉고코치, 봉고나인 등이 망해가던 기아를 살렸다. 마쓰다도 봉고로 완전히 일어섰다. 이런 형태의 원박스카는 이때부터 모두 '봉고차'였다.

1967년 12월 현대건설이 자동차에 뛰어들었다. 다른 업체와 마찬가지로 CKD 생산에서 시작했다. 추후 독자 모델을 내겠다는 목표를 세웠지만, 무턱대고 '맨땅에 헤딩'할 수는 없었다. 모델은 유럽포드의 2세대 코티나였다. 당시 영국 내 판매대수 2위였던 중형차다. 기술이전을 염두에 둔 합작법인 설립 협상과는 별개였다.

1968년 10월 울산 공장에서 본격 생산에 들어갔다. 기대가 컸던 만큼 실망도 컸다. 코로나에 비해 고장이 잦았다. '미는 차' '고치나' '코피나' '굴치나'로 불렸다. 부산사업소 앞에 택시 100대가 몰려와 환불을 요구하는 경적 시위를 벌이기도 했다.

유럽포드는 3세대 코티나를 1970년 10월 공개했다. 당시 세계적으로 유행하던 코카콜라 보틀라인을 외관에 적용했다. 현대는 '뉴코티나'라는 이름을 붙여 판매했다. 1971년 11월 발표회장에서 당시 스물여섯의 텔런트 선우용여가 모델로 활동했다. 뉴코티나의 부품 국산화율은 41%였다. 78마력으로 최고속도 160km/h를 냈다.

품질 논란은 더 이상 나오지 않았다. 하지만 포드와 벌여온 합작법인 협상은 완전히 무산됐다. 포드는 기술을 이전해 줄 생각이 없었다. 독자 모델에 대한 정주영의 의지가 확고해졌다. 



‘화엄뜨락’에서 ‘중중무진’ 우리 산하를 보다

[사찰기행] 영주 부석사 무량수전과 의상대사

동욱 | 작가

가을빛 좋은 날에 부석사에 가면
노란 단풍과 사과 향기가 가득하다.
빼곡한 사과나무와 사과 값을
흥정하는 농부들을 뒤로 하고
일주문을 지나면 세월의 품격이
느껴지는 건물에 다다른다.
위에는 ‘부석사’ 아래에는 ‘안양문’
이라고 적힌 현판이 선명하다.



천왕문에서부터 길게 이어진 돌계단 하나하나를 가슴에 새기며 올라가는데, 좁은 안양문 아래계단을 통과하자 불췌 레드 제플린(Led Zeppelin)의 ‘천국으로 가는 계단(Stairway To Heaven)’이 머릿속에 떠오른다.

“서쪽 하늘을 바라볼 때,
나는 느끼는 것이 있어요.
내 영혼은 떠나라며 울고 있어요(…)
당신은 바람 소리를 들을 수 있나요?
속삭이는 바람 속에 계단이 있는 걸…
천국으로 가는 계단을…”
<레드 제플린, ‘천국으로 가는 계단’ 중 일부>

레드 제플린이 불교에 심취했나?

불교에서 안양(安養)은 평안하고 자유로운 세계, 곧 ‘서방정토’로 통한다. 안양문을 지나 안양루와 무량수전이 있는 공간으로 나아가다보면 ‘천국 혹은 극락으로 가는 계단’이라는 느낌마저 들게 한다.

안양루에서 보면 ‘부석사’라는 시를 적은 현판 뒤로 우리 산하가 펼쳐진다. 조선 후기 풍자와 해학으로 지배층을 조롱하고 백성에게 카타르시스를 준 김삿갓. 이곳에선 기름기 빼고 진지하게 삶을 반추한다.

“평생에 여가 없어 이름난 곳 못 왔더니(平生未暇踏名區)
백발이 다 된 오늘에야 안양루에 올랐구나(白首今登安養樓)
그림 같은 강산은 동남으로 벌려있고(江山似畫東南列)
천지는 부평 같이 밤낮으로 떠 있구나(天地如萍日夜浮)
지나간 모든 일이 말 타고 달려오듯(風塵萬事忽忽馬)
우주 간에 내 한 몸이 오리마냥 헤엄치네(宇宙一身泛泛鳬)
인간 백세에 몇 번이나 이런 장관 보겠는가(百年幾得看勝景)
세월이 무정하네 나는 벌써 늙어 있네(歲月無情老丈夫)”
<김삿갓, ‘부석사’>



불교도들은 '지금 여기' 희노애락의 삶도 가치 있고, 윤회를 끊고 지극한 즐거움이 있는 곳에서 다시 태어나는 것도 의미가 있다고 본다.

늘그막의 김삿갓은 어떤 마음이었을까? 안양루 바로 앞에는 영원한 시간과 무한한 광명을 담은 공간 '무량수전(無量壽殿)'이 있다.

많은 순례자들은 부처님의 자비를 기원할 뿐만 아니라 국보인 무량수전의 멋과 향취에 푹 빠져있다. 너도나도 배흘림기둥에 서서 찰나의 순간을 영원의 시간으로 캡처하기도 한다.

해곡 최순우 선생(1916~1984)이 찾았을 땐 '스님도 마을 사람도 인기척도 끊어진 마당에는 오색 낙엽이 그림처럼 깔려 초겨울 안개비에 촉촉이 젖고' 있었는데, 이렇게 많은 순례객이 찾아 기뻐하고 또 멋을 즐길 지 예상이나 했을까? 우리나라 사람이면 누구나 한 번은 들어봤을 최순우 선생의 보배로운 문장이 불러온 선한 영향력이다.



- ❶ 부석사 안양문 아래 계단에서 올려다 본 무량수전
- ❷ 부석사 안양문 무량수전으로 가는 계단 전경
- ❸ 봉황산 부석사 현판
- ❹ 봉황산 부석사 현판과 단풍

“무량수전·안양루·조사당·응향각 등이 마치 그리움에 지친 듯 해쓷한 얼굴로 나를 반기고, 호젓하고도 스산스러운 희한한 아름다움은 말로 표현하기가 어렵다. 나는 무량수전 배흘림 기둥에 기대서서 사무치는 고마움으로 이 아름다움의 뜻을 몇 번이고 자문자답했다.”

<최순우, 『무량수전 배흘림기둥에 기대서서』, 학고재, 2014, p.271>

‘한국미의 파수꾼’ 해곡 최순우 선생 덕분에 우리 국민 대다수가 국가 유산을 보고 아끼고 즐길 줄 아는 안목을 갖게 됐고, 천 년의 아름다움과 교감할 수 있게 되었다.

‘우주의 모든 사물은 무엇 하나 홀로 있지 않고, 대립을 뛰어넘어 하나로 융합하는’ 화엄세상의 뜨락에서 최순우 선생의 문장은 이 모든 것의 시원(始原)인 그 한국인을 향해 뻗어간다.

“산 뒤에 또 산, 그 뒤에 또 산마루, 눈길이 가는 데 까지 그림 보다 더 곱게 겹쳐진 능선들이 모두 이 무량수전을 향해 마련된 듯싶어진다. 이 대자연 속에 이렇게 아늑하고도 눈맛이 시원한 시야를 터줄 줄 아는 한국인, 높지도 알지도 않은 이 자리를 점지해서 자연의 아름다움을 한층 그윽하게 빛내주고 부처님의 마음을 더욱 숭엄한 아름다움으로 이끌어 줄 수 있었던 뛰어난 안목의 소유자, 그 한국인, 지금 우리의 머릿속에 빙빙 도는 그 큰 이름은 부석사의 창건주 의상대사이다.”

<최순우, 『무량수전 배흘림기둥에 기대서서』, 학고재, 2014, p.273>

부석사 이 터를 점지한 의상대사(625~702)

통일신라시대 때 화엄종을 우리나라에 뿌리 내린 큰 스님. 한국 화엄종의 시조인 의상조사(義湘祖師)는 10개의 화엄 사찰을 세우고 60권 혹은 80권의 방대한 화엄경을 7언 30구, 210자의 ‘법성계’로 깨닫난마처럼 정리했다.

글자 한 자, 문장 하나하나에 불교의 오묘한 진리와 깊은 통찰을 담고 있을 뿐만 아니라 우리네 중생의 평범한 삶에서도 늘 간직했으면 하는 소중한 경구들을 품고 있다.



부석사 석등 사이로 본 무량수전 현판



비껴서서 바라본 영주 부석사 무량수전

한낱 작은 티끌도 온 우주를 품고 있고

(一微塵中含十方, 일미진중함시방)

온갖 모든 티끌도 또한 다 그러하네.

(一切塵中亦如是, 일체진중역여시).

<의상대사, 법성계 9~10구>

무량수전을 중심으로 좌우에는 ‘허공에 뜬 바위, 부석’과, 작은 전각 ‘선묘각’이 있다. 의상대사를 위해 국경과 신분을 초월한 순애보를 보여준 선묘낭자의 사연이 담겨 있다.

신라시대 때인 661년 당나라로 유학한 의상 대사를 흠모한 선묘낭자. 의상대사가 8년 넘는 수행 끝에 귀국길에 오르자 용으로 변해 바닷길을 헤쳐 나갈 수 있도록 도왔고, 수백 명의 무리들이 불법을 전파하는 의상 대사를 방해하자 ‘허공에 뜬 바위’로 쫓아 낸 의상대사의 ‘수호천사’같은 인물이다. (이 사연은 중국 송나라 때 불교서적 『송고승전(宋高僧傳), <의상전(義湘傳)>』에 자세히 적혀 있다고 한다.)

실제로 부석이라고 이름 적힌 무게 100톤가량의 바위가 무량수전 왼쪽 뒤편에 있는데,

“얼핏 보면 위아래가 연결된 듯하지만 자세히 살피면 두 개의 바위 사이에 잇닿지 않고 작은 틈이 있다. 새끼줄을 지나가게 하면 나오고 들어갈 때 걸림이 없어 그제야 떠 있는 바위임을 확인하게 된다. 이 때문에 부석사라는 이름을 얻었으나 이치상 정말 이해할 수 없다.”고 조선 후기 실학자 이종환의 인문 지리서 『택리지』는 적고 있다.

의상대사와 불교를 지키기 위한 선묘낭자의 노력과 희생은 무량수전 앞마당에 석룡으로 묻혔다는 사연에서 화룡점정을 찍는다.

과연 진실일까?



부석사 무량수전과 순례객들 전경



부석사 해동화엄종찰 일주문 현판

“영주 부석사 주위를 최첨단 기술을 동원한 레이더 탐사 결과 아주 놀라운 사실이 드러났다. 실제 길이가 무려 13m에 이르는 거대한 석룡이 발견된 것이다. 자연암반을 가공한 듯 용의 등줄기는 도드라져 솟아있었고 밑으로 내려가며 좁아지는 꼬리의 형상, 전체적으로는 조금 흰 형태였다. 영원히 묻혀버릴 수 있었던 용의 실체가 드러나는 순간이었다. 그 꼬리는 지하 깊숙하게 두고 머리는 부처가 있는 본존불로 향하고 있었으며 마치 하늘로 승천하려는 형상을 하고 있었다.”

<KBS 역사스페셜 113회, 『부석사 지하에는 13미터 용이 있다』 2001. 5. 5.>

의상대사가 화엄종을 뿌리내리는 과정에서 선묘낭자 설화라는 문학적 요소까지 더해진 부석사. 어디까지가 사실이고 어디부터가 팩션(Faction)인지 굳이 가려낼 생각은 없다. 의상대사의 가르침처럼 모든 것이 인연 따라 이루어졌을 거라고 그저 믿을 뿐이다.

우리 유산의 아름다움을 직접 보고 느끼며 중중무진(重重無盡)의 산하를 톡 터진 시야로 볼 수 있는 곳, 바다 건너 온 순애보 설화까지 풍성한 곳. 부석사는 참 매력적이라는 생각에 절로 미소가 지어진다. 🇰🇷

우리 유산의 아름다움을 직접 보고 느끼며 중중무진(重重無盡)의 산하를 톡 터진 시야로 볼 수 있는 곳, 바다 건너 온 순애보 설화까지 풍성한 곳



부석사 전각 지붕들과 산하



굽이치는길 끝에서 만난 평온, 영주 부석사로 가는 길

도로교통 저널 편집부

모든 길은 저마다의 이야기를 품고 있다. 특히나 사찰로 향하는 길은 유독 깊은 성찰과 인내를 반복하게 만든다. 속세의 욕망을 뒤로하고 마음을 치유하는 공간으로 들어서는 여정, 그 길 자체가 인생의 가장 필요한 수행일지도 모른다. 천년고찰 영주 부석사(浮石寺)로 향하는 길은 그 의미를 온몸으로 깨닫게 하는 특별한 경험을 선사한다.

서울을 떠나 시원하게 뻗은 중앙고속도로를 달리다 '풍기 IC'라는 이정표와 함께 고속도로를 벗어나는 순간, 진짜 부석사로의 여정은 시작된다. 지금까지의 길이 속도와 효율의 길이었다면, 이제부터는 성찰과 인내의 길이다. 풍기읍을 지나 부석면으로 향하는 931번 지방도는 결코 순탄한 길을 허락하지 않는다. 소백산 자락을 파고드는 길은 끝없이 굽이치고, 오르막과 내리막을 반복하며 여행자의 마음을 시험한다. 창밖으로 스치는 영주 특산품인 사과밭의 풍경도 잠시, 운전자는 다시금 구불구불한 길과 마주하며 핸들을 고쳐 잡아야 한다.

이 고단한 길 위에서 문득 깨닫는다. 사찰은 왜 이리도 깊은 산속에 자리를 잡았을까. 아마도 속세의 욕심을 내려놓으라는 길속의 가르침일 것이다. 길은 끊임없이 우리를 흔들며 묻는다.

“무엇을 위해 그토록 빠르게 달려가는지, 그 길의 끝에는 걱정이 없는지.”

한참을 더 달린 후에야 비로소 '부석사'라는 표지판이 보이고, 길고 긴 여정의 끝이 다가왔음을 실감한다. 주차장에 차를 세우고 일주문을 지나 경내로 들어서는 순간, 길 위에서 쌓였던 모든 피로가 눈 녹듯 사라진다. 특히 가파른 계단을



올라 안양루(安養樓)에 다다랐을 때 눈앞에 펼쳐지는 풍경은 그간의 고단함을 위로하고도 남는다. 끝없이 펼쳐진 소백산의 능선이 첩첩이 이어지고, 그 아래 무량수전(無量壽殿)이 고즈넉하게 앉아 있는 모습은 한 폭의 그림과 같다. 굽이치던 길 위에서는 결코 볼 수 없었던 장대한 파노라마. 그 광활한 풍경 앞에서 우리는 비로소 길고 험난했던 여정의 의미를 이해하게 된다.

부석사로 가는 길은 단순히 사찰에 도착하기 위한 과정이 아니다. 욕심을 비우고, 마음내 더 넓고 깊은 세상을 마주하기 위한 시간이다. 굽이치는 길의 끝에서 만난 부석사의 평온은 그래서 더 깊게 마음에 남는다. 어쩌면 인생이라는 길 또한 이와 같지 않을까. 고단한 여정 끝에 비로소 진정한 평온을 만날 수 있다는 것을, 부석사로 가는 길은 말없이 가르쳐주고 있었다. 

3D 프린팅 옹벽·개방형 방음터널로 미래 도로를 설계하는 동아이엔지(주)

“개방형 경량 방음터널, 강재 사용 30% 절감과 구조 안전성 검증”

“GFRP 방음벽 기초 실험으로 내구성과 유지관리 혁신 모색”



한국도로협회의 새로운 가족, 동아이엔지(주)는 도로·철도 구조물의 설계·전문시공·공장(Factory) 생산을 한 축으로 묶어 솔루션 실증까지 실현하는 기술중심 기업이다. 방음터널 전용 거더, 다양한 방음벽 기초준(HP-Wall·LP-Wall 등), 3D 프린팅 옹벽과 같은 신공법 포트폴리오로 소음·안전·시공성을 동시에 만족시킬 수 있는 동아이엔지(주)를 만나보자.

엔지니어링 - 전문시공 - 공장 생산을 한 회사 안에서

동아이엔지(주)는 도로와 철도 구조물 분야에서 설계·시공·제조·실증까지 전 과정을 아우르는 원스톱 기술 체계를 갖춘 기업이다. 설계단계부터 시공 방법과 공장 제작부재의 표준화·양산 가능성을 함께 검토하여 공사 기간 단축, 비용 절감, 품질 편차 감소 등의 리스크를 선제적으로 줄이는 것이 특징이다. 특히 도로 방음시설(방음터널·방음벽)에서는 거더·기초·패널을 시스템 관점에서 통합 설계하여 전체 구조의 최적화를 이뤄낸다. 이러한 접근으로 소음 저감은 물론 구조 안전과 시공성까지 균형 잡힌 솔루션을 선보이고 있다.

동아이엔지는 한국도로공사와 협력해 국내 고속도로 구조물에 3D 콘크리트 프린팅(3DCP) 공법을 최초로 실증했다.



‘개방형 경량 방음터널’과 전용 거더

동아이엔지의 ‘개방형 경량 방음터널’은 기존의 H형강 거더 대신 새로운 형태의 전용 아치형 거더를 사용한다. 이 특수 거더는 상·하현을 강관으로 만들고, 그 사이를 나비 모양의 복부재로 연결한 구조이다. 이러한 구조 덕분에 재료 사용 효율이 높아져, 같은 규모의 터널에 필요한 강재량을 약 30% 줄인다. 또한 구조물 무게가 가벼워 교량 위에도 설치가 가능하다. 동아이엔지는 4차로 폭(약 23.4m)의 방음터널을 실제로 만들고 전산 해석을 통해 구조 성능과 환기 효과를 검증했다. 그 결과, 거더 연결 구조의 좌굴하중이 설계하중의 3.7배 이상으로 나타나 충분한 구조적 안전성을 확인했다. 이 터널은 측면이 개방된 아치형 구조로 운전자 시야 확보에 유리하고 자연 환기가 원활하다. 따라서 기존의 밀폐형 방음터널보다 더 쾌적할 것으로 기대된다. 아울러 전용 거더는 모듈화되어 있어 현장에서 볼트로 간단히 조립할 수 있다. 이는 대형 크레인 진입이 어렵거나 작업 공간이 좁은 곳에서도 시공을 쉽게 만든다. 이처럼 조립이 간편한 경량 시스템은 공정을 단순화하여 공사 기간과 비용을 줄이는 데 유리하다.

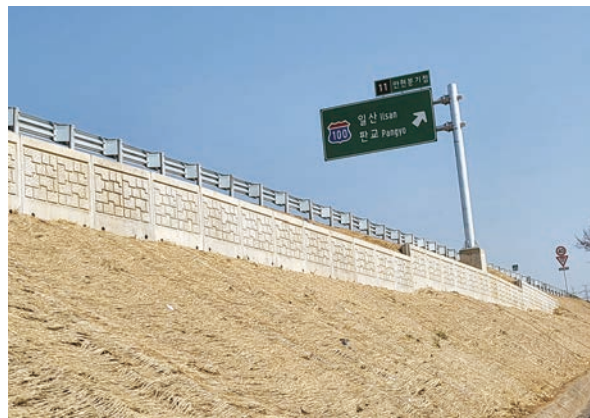
3D 프린팅 옹벽과 GFRP 방음벽 기초 실증 성공 이뤄내

동아이엔지는 한국도로공사와 협력해 국내 고속도로 구조물에 3D 콘크리트 프린팅(3DCP) 공법을 최초로 실증했다. 2023년 경부고속도로 현장에 높이 3m, 길이 25m의 옹벽을 이 공법으로 시공하며, 공사 기간을 11일에서 3일로, 투입 인력은 33명에서 12명으로 크게 줄이는 경제적 효과를 확인했다. 이 기술은 거푸집이 필요 없어 친환경적이고 디자인 구현이 자유롭다. 또한 동아이엔지는 한국도로협회와 함께 철근 대신 부식하지 않는 GFRP(유리섬유보강플라스틱) 보강근을 방음벽 기초에 적용하는 연구를 2025년 추진하고 있다. 이 기술은 염분이나 제설제에 의한 부식을 막아 구조물의 수명을 늘리고 유지관리 비용을 줄일 수 있다. 이처럼 동아이엔지는 다양한 신공법 포트폴리오를 보유하고 있다.



동아이엔지 기술 적용 사례

동아이엔지(주)는 프리캐스트 콘크리트 구조물, 교량, 방음벽 등을 설계·제작·시공까지 일괄 제공하는 전문건설 기업이다. 혁신적인 신기술과 신공법 개발로 건설 시장을 선도하고 있으며, 관계자와의 면담을 통해 효율성을 높인 기술 적용 사례를 확인할 수 있었다.



Q1 '개방형 경량 방음터널'은 기존 H형 거더 방식과 무엇이 다른니까?

A. 전용 거더(상·하현 강관 + 나비형 복부재 + 우각부 변단면)로 부재 효율을 극대화해 강재를 약 30% 절감하면서도 좌굴·휨 안전성을 확보했습니다. 또한 측면이 트인 개방형 설계로 시야 확보와 공기 순환이 용이해, 밀폐된 터널에서 우려되는 내부 열기 정체나 바람압 축적을 줄여줄 것으로 기대됩니다. 동아이엔지는 폭 23m 규모의 실제 구조를 제작해 4차로 테스트베드 시공을 완료했고 전산 해석으로 거더의 구조·환기 성능을 검증 완료하였습니다.

Q2 전용 방음시설 거더를 사용할 때 현장 시공 상의 이점은 무엇인가요?

A. 가장 큰 장점은 경량화와 조립식 시공으로 현장 제약을 최소화할 수 있다는 점입니다. 거더 자체가 H형강 대비 가벼워지고 모듈 부재화되어, 대형 크레인 접근이 어렵거나 작업 반경이 제한된 구간에서도 비교적 수월하게 설치할 수 있습니다. 부재 간 볼트 체결식으로 현장에서 조립하므로 가설 작업이 줄어들고 공정이 단순해져 공사 기간 단축과 인건비 절감에 유리합니다. 또한 표준화된 공장 제작 형상을 사용하기 때문에 현장 시공 품질의 편차를 줄이고 균일한 완성도를 확보할 수 있습니다.

Q3 3D 프린팅(3DCP) 옹벽을 현장 적용했는데, 그 의미와 기대효과를 설명해주세요.

A. 건설 3D 프린팅 기술을 도로 구조물에 적용한 가장 큰 의미는 자유로운 형상 구현과 시공 생산성 향상을 동시에 달성한 것입니다. 실제 고속도로 현장에 3m 높이의 옹벽을 시범 시공한 결과, 공사 기간은 11일에서 3일로 단축되었고 투입 인력도 1/3 수준으로 줄어드는 등 높은 경제성이 입증되었습니다. 또한, 3D 프린팅은 복잡한 형상을 거푸집 없이 제작하고 건설 폐기물을 최소화하는 장점이 있어, 향후 경관 시설물이나 소규모 구조물 보수 등에도 활용될 전망입니다.

Q4 현재 진행 중인 GFRP 보강근 방음벽 기초 실험에서 어떤 점을 기대하고 있습니까?

A. 기존 철근 콘크리트 기초의 약점인 철근 부식 문제를 해결해 내구성과 수명을 향상시키는 것을 목표로 하고 있습니다. GFRP는 유리섬유로 만든 비금속 보강재라 녹슬지 않기 때문에, 염분이나 제설제에 노출되는 고속도로 주변 방음벽 기초에 적용하면 부식으로 인한 성능 저하를 크게 줄일 수 있습니다. 현재 한국도로협회와 함께 구조실험과 해석을 수행하고 있으며, GFRP 적용 기초의 구조 성능을 검증 중입니다. 실험 결과를 바탕으로 상용화 단계로 이어진다면, 향후 방음벽 기초의 유지관리 비용 절감에 기여할 수 있을 것입니다.

Q5 HP-Wall·LP-Wall·세그먼트·NBT 등 기초·터널 솔루션은 어떻게 선택합니까?

A. 프로젝트마다 지반 조건, 기초 형식, 구조물 높이, 상부 공간 제약 등이 다르기 때문에, 먼저 현장 여건을 종합 진단한 후 그에 맞는 공법을 적용합니다. 예를 들어, HP-Wall은 기초 슬래브 없이 H파일과 조립식 옹벽을 결합한 공법입니다. 공간이 좁고 빠른 시공이 필요한 곳에 적합하며, 실제 현장에서 공사 기간 75% 단축 및 비용 10% 절감 효과를 입증했습니다.

LP-Wall은 공장에서 제작한 L자형 옹벽을 현장에서 바로 조립하는 방식으로, 시공 속도가 빨라 긴급 공사에 유리합니다. 세그먼트형 기초는 긴 구간을 나눠서 시공해 시공성과 유지관리의 효율을 높인 공법입니다. NBT(터널형 방음 시설)는 소음 저감 효과가 가장 크고, 경관 확보가 필요할 때 선택합니다. 이러한 특수 공법은 국토교통부 신기술 인증이나 특허로 성능이 검증되었으며, 표준화된 매뉴얼을 통해 품질을 확보하고 있습니다.

자전거 도로 정보 15편

용진 덕적도 자전거길

한적한 바닷길을 따라 이어지는 천혜 휴양지



덕적도는 섬 전체 도로 총연장 31.5km 중 19km가 자전거길로 운영된다. 일반인 코스 12km와 중급 코스 7km로 나뉘며, 두 코스를 모두 합쳐 일주하면 거리가 다소 부담될 수 있어 초급자는 일반인 코스만 추천한다. 중급 코스의 성황당고개·국수봉고개는 평균 경사 약 12%로 업힐 난이도가 분명하니, 기어비가 넉넉한 자전거가 필요하다.



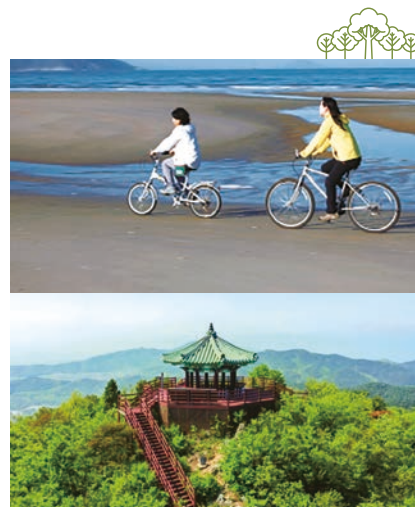
웰빙산림욕 산책로

눈부시게 빛나는 보석섬 덕적도와 소야도

덕적도는 '큰물 섬'이라는 이름처럼 푸른 바다와 청록의 숲을 함께 품은 최고의 아웃도어 섬이다. 인천에서 남서쪽으로 약 75km 떨어진 '수심이 깊은 바다의 큰 섬'이라는 뜻에서 유래한 이름을 가졌다. 섬 특성상 평지는 적고 완만한 구릉과 능선이 이어져 시야가 탁 트이는 해안선 뷰와 오르내림이 교차하는 라이딩이 특징이다. 캠핑, 백패킹, 낚시, 라이딩, 트레킹에 적합한 환경화적인 관광지이며, 하얀 백사장 과 해송 숲에서의 산림욕으로 충분한 휴식을 즐길 수 있다. 또한, 소야도는 덕적군도의 숨은 보석이다. 2018년 덕적소야교 개통으로 차량 접근이 가능해졌고, 청정 바다·은빛 모래사장·푸른 해송 숲이 어우러진 풍광은 '에메랄드'라 불릴 만큼 매혹적이다. 선선한 10월, 노을빛을 따라 덕적도와 소야도에서 특별한 휴가를 떠나보자.

라이딩 후 즐기는 서해의 맛

라이딩 중 잠시 자전거를 세우고 서포리 해수욕장을 걸어보자. 수백 년 된 소나무 숲이 하얀 모래사장을 병풍처럼 둘러 멋진 그늘길도 있다. 능동자갈마당의 몽돌 해변은 파도 소리와 발끝 촉감이 색다른 힐링 포인트다. 가벼운 트레킹을 원한다면 국수봉·비조봉 능선을 더해 바다 조망을 즐기는 코스로 확장해도 좋다. 라이딩을 마치면 항구·해변가 주변 식당에서 서해 해산물 위주의 식사를 즐길 수 있다.



가는 방법

- 1. 인천연안여객터미널**
(1일 3회 운항, 2024년 기준, 선사 상황 및 날씨에 따라 변동 가능)
인천 중구 연안부도로 70
- 2. 대부도 방아머리 선착장**
(평일 1일 1회, 주말 1일 2회 운항)
경기 안산시 단원구 대부항로 1567-3.

참고자료

자전거 행복나눔 누리집(www.bike.go.kr),
인천 섬포털(isum.incheon.go.kr), 인천관광공사



서포리 해수욕장

주요 명소 1. 서포리 해수욕장

서포리 해수욕장은 깨끗한 백사장과 잔잔한 파도로 가족이나 연인 단위 여행객에게 인기가 많다. 삼면을 둘러싼 해송 숲과 30만 평의 넓은 백사장이 어우러져 훌륭한 경관을 자랑한다. 인근에는 오토캠핑장, 음식점, 자전거 대여소 등 다양한 인프라가 갖춰져 있어 편리한 여행을 즐길 수 있다.

주요 명소 2. 웰빙산림욕 산책로

서포리 해수욕장 옆에 위치한 웰빙산림욕 산책로는 덕적도의 숨은 보물이다. 환한 가로등 불빛을 따라 밤이나 새벽에 산책하기 좋으며, 풍부한 피톤치드를 마시며 몸과 마음을 힐링할 수 있는 최고의 장소다. 진한 솔향기를 맡으며 걷다보면 사회의 찌든 스트레스는 잊게 된다.

주요 명소 3. 능동자갈마당

자연이 빚어놓은 낙타 바위가 반갑게 맞이하는 능동자갈마당은 크고 작은 자갈로 만들어진 해변가이다. 탁 트인 해변가에서 시원한 바닷바람을 마주하면 뜨거운 햇살도, 무더위도 싹 사라진다. 자갈을 하나씩 쌓아가며 탑을 만들어 소원을 빌어도 좋고, 가족끼리 탑 쌓기 놀이를 즐겨보는 것도 좋다. 🇰🇷

(다음 호에 계속) - 자전거 도로 정보 제16편

도로포장 위의 지속가능성, 어떻게 만들어갈까?

제2편 지속가능한 포장 기술과 그 효과

이호정 | 한국도로협회 교육홍보실 차장

1. 서론

지속가능한 도로포장은 이미 국내외에서 다양한 기술로 개발·적용되고 있다. 중온 아스팔트(WMA)와 재활용 아스팔트(RAP)와 같은 온실가스 감축 기술부터 장수명 포장 설계까지 폭넓게 활용되고 있으며, 중온 아스팔트의 경우 유럽·미국·일본에서 15년 전부터 정책적으로 도입하고 있다. 그러나 현장 확산을 가로막는 것은 기술 부족이 아니라 제도적 한계와 인식 부족이다. 즉, 기술은 충분히 준비되어 있으며 앞으로의 과제는 실행과 제도화를 통한 현장 확대라 할 수 있다.

2. 온실가스 저감 포장 기술

이러한 맥락에서 주목할 만한 기술들을 살펴보면 다음과 같다. 이들은 모두 기존 일반 포장 대비 생산·시공 과정에서 온실가스 배출을 줄이고 에너지 소비를 절감할 수 있다.

2-1. 중온 아스팔트 포장(WMA)

WMA는 기존 HMA보다 약 20~30℃ 낮은 온도에서 생산되어 연료 소비와 배출가스를 줄인다. 예컨대 미국 연구에 따르면 1km 포장 시 배출량이 HMA 141톤 대비 87톤으로 약 38% 감소했다. 다른 LCA 연구에서도 온실가스 약 6%, 에너지 16%, 오존층 영향 14%의 개선 효과가 보고되었다. 이 성과를 바탕으로 WMA는 2010년 FHWA의 Every Day Counts(EDC) 가속보급 대상으로 선정되어 확산되며,

2018년에는 미국 전체 아스팔트 혼합물 생산의 40.5%를 차지했다.

2-2. 재활용 아스팔트 포장(RAP)

RAP는 폐아스팔트를 파쇄해 골재로 활용함으로써 신재료 사용과 폐기물 발생을 줄이고, 결과적으로 온실가스와 에너지 사용을 절감한다. 미국에서는 2018년 8,220만 톤이 재활용되어 아스팔트 바인더 410만 톤(원유 2,300만 배럴 상당)과 신규 골재 7,800만 톤을 대체했다. 국내에서도 매년 약 2,100만 톤이 발생해 대부분 재활용되고 있다. 연구에 따르면 바인더 15% 대체 시 CO₂는 약 7%, 50% 대체 시 27% 이상 감소한다. 또한, 이탈리아에서는 RAP와 제강 슬래그를 혼합한 포장이 온실가스를 약 21% 줄이고, 인체 독성을 30% 개선한 것으로 보고되었다. 다만 균열 저항성 저하 문제가 있어 일반적으로 15~25% 수준의 사용이 권장되며, 고탐량 적용 시에는 첨가제·연화제 보완이 필요하다.



2-3. 산업부산물 활용 아스팔트 포장

제강슬래그(EAF/BOF)는 제철 과정에서 발생하는 산업부산물로, 아스팔트 혼합물의 굳은 골재를 대체해 천연골재 채취와 폐기물 매립을 줄일 수 있다. 다만 비중 차이로 운송에너지가 늘어날 수 있어 환경 이익은 지역 수급 여건에 따라 달라질 수 있다. 그럼에도 불구하고 연구에 따르면, 공용성에는 문제가 없으며, RAP와 함께 활용할 수도 있어 환경영향 저감 효과를 극대화할 수 있는 포장공법이라고 할 수 있다.

3. 장수명 포장 기술

또 다른 축은 포장의 수명을 늘려 자원 투입을 줄이는 장수명 포장(Long-Life Pavement, Perpetual Pavement)이다. 이는 50년 이상 구조적 보수 없이 사용하고, 표면층만 주기적으로 교체하는 개념이다. 핵심은 ①충분한 두께 확보, ②고탄성·고강도 바인더 사용, ③중간층·표층의 최적 설계(SMA, 개질 아스팔트 등)다.

미국 아이오와 사례에서는 장수명 포장 설계로 관행 설계 대비 LCCA 비용이 최대 28%, 환경영향이 20% 이상 감소했다. 또한 미국 및 캐나다에서는 2001년 이후 'Perpetual Pavement Award'를 받은 장수명 포장 구간이 총 217개(미국 36개 주 및 캐나다 1개 주)로 집계되어, 해당 기술의 적용 범위가 지속적으로 확대되고 있음을 보여준다. Perpetual Pavement Award는 미국의 Asphalt Pavement Alliance(APA)가 주최하는 매우 권위 있는 상으로 장수명 아스팔트 포장(Perpetual Pavement) 개념에 부합하는 도로를 선정해 수여한다.

국내도 2000년대 말부터 시험시공을 통해 균열 지연 효과를 확인했다. 다만 초기 건설비와 자원 투입이 크므로 모든 도로에 적용하기보다는 교통량과 설계수명을 고려해 선별적으로 활용하는 것이 바람직하다. 결국 “한 번 잘 지어 오래 쓰는” 방식으로 자원 절약, 환경성, 유지관리 비용 절감 효과를 기대할 수 있으며, 향후에는 LCCA를 통한 경제성 검토가 중요하다.



4. 기술 효과의 수치화

이처럼 다양한 기술의 효과는 정량적 분석을 통해 더욱 명확히 드러난다. 대표적인 기법이 전과정평가(LCA)와 생애주기비용분석(LCCA)이다.

- ▶ LCA는 원료 채취부터 생산·시공·사용·폐기까지 전 과정의 환경 영향을 계량화하여 CO₂ 배출량, 에너지 사용량, 대기오염 저감 효과 등을 수치화한다.
- ▶ LCCA는 초기 건설비, 유지보수비, 사용자 지연비용을 현재 가치로 환산하여 경제성을 평가한다. 최근에는 LCA 결과를 LCCA에 통합해 환경비용까지 고려하는 시도도 이어지고 있다.

이를 지원하는 도구도 다양하다. 도로포장 LCA에는 캘리포니아대의 eLCAP(웹 기반, 18개 환경영향 산출)과 FHWA의 LCA Pave(엑셀 기반, 신속 비교용)가 대표적이다. LCCA에는 RealCost 등이 활용된다. 이러한 전문 도구의 확산은 복잡한 지속가능성 평가를 한층 수월하게 만들고 있으며, 데이터 기반 정책결정을 가능하게 한다.

5. 마무리

온실가스 저감형 포장부터 장수명 포장까지 기술적 수단은 이미 충분하다. 연구와 사례를 통해 환경적·경제적 이점도 입증되었다. 다만 제도화 부족으로 인해 현장 적용에는 한계가 있는 것이 현실이다. 앞으로는 기준·지침 정비, 발주처의 의지, 경제성 인식 개선, 그리고 정책적 지원이 뒷받침되어야 한다. 결국 남은 과제는 이러한 기술을 실제 현장에 구현하는 실행 방안이며, 다음 3편에서는 정책·제도적 적용 가능성을 논의할 것이다. 

한국도로협회, '2025 도로의 날' 기념식 성황리에 마쳐 “편리하고 안전한 미래도로! 국토 균형발전과 혁신성장 선도!”



한국도로협회(회장 함진규)가 지난 7월 7일, 서울 건설회관에서 '2025 도로의 날' 기념식을 성공적으로 개최했다. '도로의 날'은 대한민국

국 경제 성장의 발판이 된 경부고속도로 개통 일(1970.7.7.)을 기념하여 1992년 제정되었으며, 도로의 중요성을 되새기고 도로교통인의 자긍심을 고취하기 위해 매년 열고 있다. 올해 기념식은 “편리하고 안전한 미래도로! 국토 균형발전과 혁신성장 선도!”라는 주제 아래, 백원국 국토교통부 차관, 함진규 한국도로협회장을 비롯한 도로교통 분야 유관기관 관계자 및 수상자 등 500여 명이 참석한 가운데

진행되었다. 이 자리에서는 기술혁신과 첨단 설계, 시공, 유지관리에 기여한 기술자, 근로자 등 총 50명에게 국토교통부 장관 표창이 수여되어 그간의 노고를 격려했다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “우리 협회도 대한민국 경제 재도약을 위한 디딤돌이 될 수 있도록 동반자로서 함께 노력할 것”이라고 밝히며 행사의 의미를 더했다.

한국도로협회, 도로학회와 손잡고 도로산업 재도약 이끈다 도로산업 혁신과 상생 발전 위한 상호협력 MOU 체결



한국도로협회(회장 함진규)는 지난 7월 7일, 서울 건설회관에서 한국도로학회(회장, 강원대 박철우 교수)와 '도로산업의 혁신과 지속 가능한 발전을 위한 상호협력 업무협약

(MOU)'을 체결했다. 이번 협약은 국내 도로 분야 산업계와 학계를 대표하는 두 기관이 공식적인 협력 체계를 구축한 것으로, 한국도로협회가 도로 산업이 직면한 과제를 해결하고 새로운 시대적 요구에 부응하기 위해 주도적으로 마련했다. 협회는 이번 협력을 통해 산업 현장의 목소리를 정책에 적극 반영하고, 학계의 기술 혁신을 더해 대한민국 도로산업이 재도약하는 결정적 계기를 만들겠다는 목표다. 특히, 한국도로협회

는 산업계를 대표하는 기관으로서 현장의 요구를 전달하고, 한국도로학회는 학문적 깊이를 바탕으로 기술 혁신을 제시하는 등 강력한 '산업-학계-정부' 가교가 구축될 것으로 기대하고 있다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “융복합 시대에 맞춰 도로산업이 상생 발전하기 위해서는 무엇보다 기술자가 중요하다”며, “이번 협약을 계기로 협회와 학회가 차세대 도로산업을 이끌어갈 인재 양성과 산업 발전에 적극적으로 나설 것”이라고 말했다.

미래도로 전문가 양성을 위한 '2025년도 제3차 교육세미나' 개최 “세계 도로를 잡아라! K-ROAD의 해외사업 성공 전략” 실무 중심 강연 진행



한국도로협회(회장 함진규)는 지난 7월 18일, 서울역 스페이스쉐어에서 '2025년도 제3차 교육세미나(국제동향 및 해외 도로사업의 이해)'를 성공적으로 개최했다. 이번 교육은 '세계 도로를 잡아라! K-ROAD

의 해외사업 성공 전략'이라는 부제 아래, 국제개발협력과 도로교통 해외사업의 흐름 및 전략적 진출 방안을 주제로 도로분야 실무자 약 20명을 대상으로 진행되었다. 강의는 국제협력 및 해외사업 참여 절차, 정부의 도로교통 ODA 정책과 최신 트렌드, 그리고 해외사업 현장의 실무전략 및 대응 사례를 공유하여 참가자들의 실무 이해도를 높였다. 교육 참석자들은 “복잡하게 느껴졌던 ODA 구조와 절차를 단계별로 이해할 수 있었고, 국내 기업의 해외사업 진출의 실제 사례 강의가 도움이 되었다”

고 평가했다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “올해부터 도로산업 전반에 대한 교육을 정례적으로 추진하고 있으며, 오는 10월에는 해외 도로사업 진출을 위한 금융, 법제도, 리스크 관리 등 후속 교육을 마련할 계획”이라며, “협회는 정부의 민관협력 기반 해외 진출 정책에 발맞추어 도로분야 해외사업에 꼭 필요한 전문가를 양성하는 데 힘쓰겠다”고 말했다.

한국도로협회, 회원사 동아이엔지와 신기술 공동 개발 GFRP 보강근 적용 방음벽 기초 성능실험 공동 수행해 협력 모델 제시



한국도로협회(회장 함진규)가 회원사인 동아이엔지(대표 강덕만)와 함께 도로 구조물의 내구성을 획기적으로 개선할 신기술 개발을 위해 협

력에 나섰다. 양 기관은 지난 8월 5일 대우건설 기술연구원에서 'GFRP 보강근 적용 방음벽 기초 구조성능실험'을 공동으로 수행했다. 이번 실험은 기존 철근을 대체할 GFRP(유리섬유보강 플라스틱) 신소재를 방음벽 기초에 적용하여 그 성능을 검증하는 것으로, 협회와 회원사가 머리를 맞대 산업 현장의 기술 혁신을 이끄는 대표적인 협력 사례다. 이번 공동연구는 한국도로공사 도로교통연구원이 발주한 “GFRP 보강근 방

음벽 기초 개발 연구”의 일환으로, 협회가 플랫폼이 되어 회원사의 우수한 기술력을 결합한 모델로서 그 의미가 크다. 이 기술이 상용화되면 제설재 등으로 인한 철근 부식을 원천적으로 방지하여 콘크리트 구조물의 기대수명을 크게 늘릴 수 있을 것으로 평가하고 있다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “앞으로도 다양한 회원사와의 공동 연구를 통해 우수 신기술이 현장에 널리 확산될 수 있도록 노력하겠다”고 밝혔다.

한국도로협회, 아세안 교통 협력의 중심에 서다 10개국 교통공무원 초청해 도로안전분야 연수와 국내기업 수출 지원



한국도로협회(회장 함진규)는 아세안(ASEAN) 10개국 교통공무원 31명을 7월 중 초청하여 11일간 진행된 '도로교통안전·ITS 분야 연수'를 성공적으로 마쳤다. 이번 연수는 국토교통

부가 주관하는 '한-아세안 교통협력사업'의 일환으로, 한국도로협회는 도로안전과 교통분야의 프로그램 운영을 전담했다. 협회는 한국의 선진 정책과 기술에 대한 심도 깊은 강의와 현장 견학을 통해 연수생들이 각국의 교통 문제를 해결할 전문지식을 함양하고, 한국의 성공 사례를 벤치마킹할 기회를 제공했다. 연수에 참여한 캄보디아의 콩 비첵 연수생은 “한국의 선진 기술과 혁신적인 시스템에 깊은 인상을 받았다”며, “한국의 경험을 배워 우리

나라도 발전시키고 싶다는 열망을 키우게 되었다”고 소감을 밝혔다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “이번 초청연수는 한국과 아세안 국가 간의 네트워크를 강화하는 매우 뜻깊은 자리였다”면서, “앞으로 아세안 국가들이 교통 개선을 추진할 때 한국도로협회가 든든한 파트너로서 적극 지원하겠다”고 강조했다.

미래도로 전문가 양성을 위한 '2025년도 제4차 교육세미나' 성료 “지속가능성과 탄소중립을 향한 도로포장” 주제로 실무 중심 강연 진행



한국도로협회(회장 함진규)는 9월 5일 서울 강남역 소재 스페이스쉐어 머큐리힐에서 '2025년도 제4차 교육세미나'를 성공적으로 개최했다. 이번 교육은 '지속가능성과 탄소중립을 향한 도로포장'이라는 부제 아래, 도로포장의 지

속가능성과 탄소중립 실현을 위한 다양한 접근법을 주제로 도로분야 실무자 약 30명을 대상으로 진행되었다. 강의는 도로포장분야 지속가능성과 탄소저감을 위한 대응전략, 현장 재생 아스팔트 포장과 중온 아스팔트 포장의 이해, 배수성 아스팔트 콘크리트 포장의 이해 등을 통해 도로 이용자의 안전성과 주행성뿐만 아니라 환경성까지 높이는 포장의 원리와 실제 적용 사례를 심도 있게 다뤘다. 교육 참석자들은 이번 세미나를 통해 “도로포장이 단순히 시공 기술 차원을 넘어 기후위기 대응과 지속가능한

인프라 구축에 중요한 역할을 한다는 점을 깨달을 수 있었다”며, “현장에서 바로 적용 가능한 실무 지식을 얻을 수 있었다”고 긍정적인 평가를 내렸다. 최희철 한국도로협회 상근부회장은 “도로포장 분야는 탄소저감과 자원순환 등 환경적 과제를 해결하는 동시에 미래 도로산업의 경쟁력을 강화할 핵심 영역”이라며, “협회는 앞으로도 회원사와 도로포장과 유지관리 실무자들을 위한 교육을 정례적으로 운영해 미래 도로 전문가 양성에 최선을 다하겠다”고 강조했다.

2025 고양 아시아·대양주 도로대회

REAAA Conference Goyang 2025

초연결 미래 도로
Future Roads ; Hyper-connection



2025. 10. 26(일) ~ 10. 31(금)

고양 킨텍스(KINTEX) 제2전시장

ROTREX 2025

2025국제도로교통박람회

INTERNATIONAL ROAD & TRAFFIC EXPO

2025.10.28 (화) ~ 10.30 (목) KINTEX

참가업체 모집중

동시개최

2025 고양
아시아 대양주
도로대회



주최·주관 | **KROAD** 한국도로협회 **KINTEX**

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