

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

2021 | 165
www.kroad.or.kr

- 인 터 뷰** 강원도 손창환 건설교통국장
(주)대한 설영만 대표이사
- 기획특집** 포스트 코로나 시대, 건설산업 기획의 장
미래 여건 변화에 대응한 도로 투자재원 조달방안
4차 산업혁명과 미래도로 교량
서울시 교량의 성능중심 유지관리 기술
- 정책과 기술** 전면 BIM설계 활성화를 위한 KMZ 활용 스마트 설계 제안
스마트 안전장비를 활용한 건설현장 안전관리
- 도로에세이** 세상을 잇는 다리 - 트러스(Truss)교
- 도로인사이드** 현대건설(주), 최고 품질로 국내 최장 보령 해저터널 완성
대구외곽순환고속도로 2022년 초 완전 개통
- 도로월드와이드** 2022 카타르 월드컵 축제를 위한 고속도로



강원도
손창환 건설교통국장



(주)대한
설영만 대표이사



이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다

“세상에 없는 제품만 만든다.”

T (주)태평양



통들이



오리발 차광판



방음벽

통들이

- 회전식 충격흡수 시스템, 세계유일의 원조기업으로 세계 시장의 95%이상 장악

오리발 차광판

- 반영구적인 중분대용 오리발 차광판, 국내최초 차광판 실물 차량충돌시험 통과

방음벽

- 세계 최초 일체형 HDPE 방음벽 생산, 방음벽 직접생산 (분체도장 생산라인 보유)

TMA

트럭탈부착형 충격흡수시설
도로안전시설 설치및 관리지침 2014.021

국내최초 충돌속도

100km/h-TMA3 등급

80km/h-TMA2 등급



자사 제품 모방 근절!
짝퉁이 없는 세상을 만듭시다!

T (주)태평양

[대표번호]

전화 1800 - 6704

email Tpy70@hanmail.net

Dynamic KR

For a new Tomorrow 당신의 생각보다 더 큰 세상을 펼쳐갑니다

우리의 도전에는 한계가 없습니다.

우리의 변화에는 멈춤이 없습니다.

종합건설회사로 우뚝 선 도전과 변화의 기업, **KR산업**



Architecture

철도완성차 연구시설



Housing

화성 동탄2지구 리슈빌아파트



Development Project

가운리슈빌 오피스텔



Civil Engineering

고속도로 안성용인 5공구



Total Management

상주영천 고속도로



Service Area

청도상·하류계소

KR INDUSTRY COMPANY

제설작업 중대재해 ZERO,
최선의 선택!



「중대재해처벌등에관한법률」이 2022. 01. 27. 시행 예정으로, 중대재해 발생시 사업주와 경영 책임자에 대한 처벌이 대폭 강화되었습니다. 이제는 작업자의 안전 및 보건 확보 의무를 위한 사전적 조치가 필수적입니다. 제설작업시 옥외작업자의 안전과 건강을 위한 필수 장비입니다.

Smart & Quick 톤백안전절개기

TS-06 [굴삭기 6W용]

TS-08 [굴삭기 8W용]

* 특허 등록 제품입니다.



빠른 설치

쉽고 빠른 설치 후 지상에서 기계로
안전하게 절개작업

간편한 조작

장비 활용을 통한 옥외작업자의
한랭환경 노출 시간 감소

위험작업 불필요

제설제 직접 절개를 위한 고소
(2m이상)작업 불필요

JEIL TRADING

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



인터뷰

강원도 손창환 건설교통국장	06
㈜대한설영만 대표이사	16

특집

1. 포스트 코로나 시대, 건설산업 기획의 장 성유경 연구위원_한국건설산업연구원	26
2. 미래 여건 변화에 대응한 도로 투자지원 조달방안 고용석 연구위원_국토연구원	34
3. 4차 산업혁명과 미래도로 교량 길홍배 연구실장_한국도로공사 ICT융합연구실	42
4. 서울시 교량의 성능중심 유지관리 기술 이기세 연구위원_서울기술연구원	46

정책과 기술

1. 전면 BIM설계 활성화를 위한 KMZ 활용 스마트 설계 제안 김성욱 상무_㈜다산컨설팅	54
2. 스마트 안전장비를 활용한 건설현장 안전관리 (발주자 중심으로) 최지선 실장_한국도로협회 구조안전연구실 김도근 부장_㈜영신 미래전략본부 윤광원 실장_서울기술연구원 도시인프라연구실	62

그날의 도로

그날, 서울 남산 2호 터널이 개통되다	68
-----------------------	----

도로에세이

1. 세상을 잇는 다리 - 트러스(Truss)교	70
2. 조선시대의 길(4)_길의 역사 13편	76

도로 인사이트

1. 현대건설㈜, 최고 품질로 국내 최장 보령 해저터널 완성	78
2. 대구외곽순환고속도로 2022년 초 완전 개통!	82

도로 월드와이드

1. 2022 카타르 월드컵 축제를 위한 고속도로! 대우건설과 현대건설이 다했다!	86
2. 제18회 국제도로연맹(IRF) 두바이 세계총회 참가	90

2021 도로교통박람회 성황리에 폐막

	94
--	----

New Books & Products

	98
--	----

도로미디어

	100
--	-----



표지사진 : 설국으로 가는길
(제공_한국관광공사) (작_황선구)

| 통권 제165호 |

계 간 도로교통

발행일 2021년 12월 28일
발행인 김진숙
발행처 한국도로협회
주 소 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
편 집 류명현, 김동인, 김희중, 방창식
위 원 노성규, 황훈희, 이정윤, 유동민, 여인수, 최지선, 윤재용, 박진우(간사), 한계령, 배재현, 송이오, 이재민, 김보성, 홍보나, 이호정, 현진우, 오은미, 류수지
편 집 박진우
문의처 경영지원실(02-3490-1022)
이메일 pjw@kroad.or.kr
디자인 문화공간(02-2266-1897~8)

본지는 간행물윤리위원회 윤리강령을 준수합니다.
 도로교통에 실린 글은 홈페이지/뉴스레터를 통해
 서도 보실 수 있습니다.

※원고의 내용은 본 지의 편집방향과 일치하지
 않을 수 있습니다.

평화와 번영의 강원시대!



강원도 손창환 건설교통국장을 만나다



제165호 인터뷰에서는 강원도 손창환 건설교통국장을 만났다. 손창환 국장은 강원도 강릉 출신으로 강릉고와 서울대 조선해양공학과를 졸업했으며, 지난 1998년 제4회 지방고등고시에 합격해 강원도 수자원관리팀장, 방재담당관, 도로철도과장, 2018 평창동계올림픽 조직위원회 시설국장 등을 역임한 후, 2019년 12월 강원도 건설교통국으로 부임하였다. 손창환 국장은 도로건설 및 관리, 철도건설 및 관리, 교통 및 물류정책, 지역균형발전정책, 도시종합발전계획, 토지정책 등을 총괄하며 강원도 발전을 위한 주요 시책을 맡고 있다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.



Q_도로교통 저널 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A_안녕하세요. 강원도 건설교통국장 손창환이라고 합니다. 협회에서 관심을 가져주시고 강원도 청사를 방문해주셔서 감사합니다.

Q_국장님께서 20년 이상을 강원도와 함께하고 있습니다. 그동안의 소회 한 말씀 부탁드립니다.

A_강원도가 평창동계올림픽 이후 여러 가지 변화가 있었습니다. 특히 한반도의 유일한 분단구역에서 평화지역으로 이미지가 많이 개선되었다고 봅니다. 강원도가 전 세계로부터 칭찬받으면서 할 수 있다는 자신감이 생겼습니다. 우리 강원도는 과거의 뒤따라가는 정책들이 아닌 선도하는 정책들도 다양하게 펼치기 위해 노력하고 있습니다. 최근에는 도민 염원인 SOC 사업 추진 성과도 이뤄졌습니다. 제천~영월 고속도로 예비타당성 조사 통과, 춘천~속초 동서고속화철도 착수뿐만 아니라 예비타당성 조사가 면제된 강릉~제진 동해북부선도 착공합니다. 영월~삼척 구간과 춘천·철원 고속도로, 홍천~용문 철도 건설 등 SOC 사업도 조속히 착수할 수 있도록 관계기관과 긴밀히 협의 중입니다.

Q_2021년도 코로나19로 매우 힘든 시기였습니다. 강원도는 어땠나요?

A_강원도에는 중소 건설업체, 자영업자가 많기 때문에 예산을 빠르게 집행하여 지역 경제를 살리는데 초점을 뒀습니다. 특히나 도로, 교량, 하천의 지역 SOC사업과 노후 도로 정비뿐만 아니라 교통안전시설과 노후방재시설 등을 개선하여 생활안전 사업을 적극 지원하였습니다. 하지만 강원도 내 평화지역의 국방 개혁 2.0 시행에 따른 군부대 이전 문제와 폐광지역의 강원랜드 영업 중지 사태가 겹쳐 지역사회 교통이 상당했습니다. 2022년에도 재난안전과 도민 보호에 초점을 두고 선제적으로 대응하기 위해 노력하겠습니다.

Q_강원도 건설교통국 도로과의 현황과 예산이 궁금합니다.

A_도로과 내에는 도로행정팀, 도로시설팀, 도로관리팀, 국가도로팀, 관광도로팀이 있고,

현재 17명이 함께 일하고 있습니다. 도로과는 도로행정에 관한 종합기획, 도로구역과 도로 공유재산 관리, 도로건설 및 관리계획 수립, 지방도와 군도 등 종합계획 수립, 고속도로와 국도 등 국책사업 발굴 및 예산확보를 주요 업무로 2021년에는 약 1,200억 정도 예산을 집행했습니다. 참고로 우리 관내에는 고속도로 5개, 일반국도 17개, 지방도 44개 등 7,442개 노선, 약 9,915km 정도의 도로가 관리되고 있습니다.

Q_강원도의 2022년 예산이 8조원을 넘어섰습니다. 이 중 도로분야는 어떤 사업을 추진하게 되나요?

A_ 강원도 SOC분야 예산안이 약 1조 6,331억 원 반영되어 2021년 대비 약 2,000억 원 증액됐습니다. 도로관련 사업으로는 국가도로망 사업, 지방도 확충 사업, 동서녹색평화도로 사업, 위험도로 구조개선 사업, 교통사고 잦은 곳 개선 사업, 국도 유지관리 사업 등에도 국비가 충분히 반영되었기 때문에 빠르게 사업이 진행될 것 같습니다. 우리 부서에서도 2022년 강원도 예산 확보를 위해 국회와 중앙부처 상대로 많은 노력을 한 결과라고 생각합니다.

Q_2021년 건설교통국의 도로분야 주요 시책 성과는 어땠나요?

A_ 우리 강원도는 코로나19 위기 속 방역과 경제 활성화라는 소정의 도정 목표를 달성했다고 봅니다. 특히, 동서6축 잔여구간인 영월~삼척구간과 강원 북부권 단절노선인 춘천~철원, 속초~고성, 포천~철원 고속도로가 제2차 고속도로 건설계획에 반영될 수 있도록 중점적으로 건의했습니다. 그리고 제5차 국도·국지도 건설 5개년 계획에 도내 대상 사업 반영, 지방도 확충, 강원도 관광도로 추진 등 주요 도로사업도 발굴하고 추진했습니다. 아울러 대곡~반곡, 포진~문막, 도계~영월 등 국가지원지방도 사업, 구만~오음, 오음~간척, 원통~서화 등 지방도 사업 등 도로 건설사업의 조기 준공을 위해서도 노력했습니다. 이밖에 동서녹색평화도로 사업, 지방도 위험도로 구조개선 사업, 교통사고 잦은 곳 개선 사업, 국도 유지관리 사업 등도 원활하게 진행했습니다.

Q_제천~영월 고속도로 예비타당성조사가 통과되었습니다. 강원도에서도 의미가 클 텐데요.

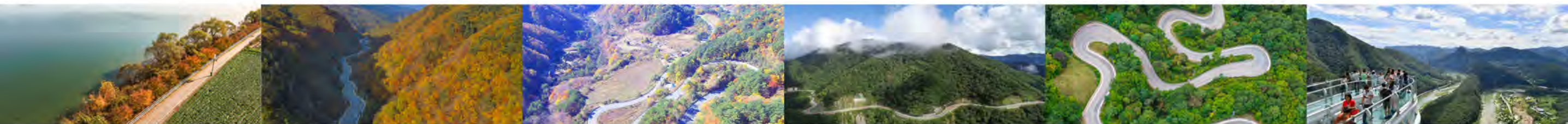
A_ 그렇습니다. 2020년 8월 예타가 통과되어 전국 유일의 고속도로 미개통 지역인 영월, 정선, 태백, 삼척 등을 관통하는 고속도로를 건



설할 수 있다는 것에 대해 고무적입니다. 동서6축인 평택~삼척 고속도로의 교두보가 마련된 것이죠. 우리 강원도청은 국가 균형발전 프로젝트에 이 동서6축 프로젝트를 반영해 줄 것을 정부에 수차례 건의하여 결국 예타를 통과시켰습니다. 본 사업은 내년 초 타당성 평가 용역이 마무리되는데, 2025년에는 공사가 착공될 수 있도록 우리 강원도에서도 최선을 다하겠습니다.

Q_국도·국지도 건설 5개년 계획이 지난 9월 말 심의 완료되었습니다. 강원도에는 어떤 도로가 반영되었나요?

A_ 강원도의 전체 후보사업 21건 중 11건이 국도·국지도 건설 5개년 계획에 포함되었습니다. 이는 전국 116건 중 약 10%를 차지합니다. 사업비로 보면 약 1조 2천억 원 규모죠. 전체적으로 보면 국도·국지도 8개 노선인데, 국도5호(원주 신림~제천 봉양), 국도6호(평창 진부~강릉 연곡), 국도31호(평창 노동~홍천 자운, 인제 상남~기린), 국도35호(정선 임계~강릉 왕산), 국도56호(철원 육단~사곡, 홍천 화촌~장평, 춘천 사북~오탄), 국도75호(화천 삼일~사창), 국지도82호(영월 주천~판운), 국지도88호(영월 주천~한반도)가 포함되었습니다. 우리 강원도에서는 각



노선의 설계비를 확보하여 사업들이 활발해질 수 있도록 노력하겠습니다.

Q 도로 이용자들의 안전을 위해 추진하는 사업이 있다면 말씀해주세요.

A 주된 사업으로 위험도로 구조개선, 교통사고 잦은 곳 개선, 회전교차로 설치 등을 추진하고 있습니다. 2021년에는 지방도 4개소, 군도와 농어촌도로 3개소에 약 80억 원을 투자하여 위험도로 구조개선 사업을 추진했고, 교통사고 잦은 곳 개선, 회전교차로 설치 등을 통해 교통사고 위험요인을 사전에 개선했습니다. 내년에도 관할 내 교통사고 유발요인을 찾아내 교통안전 확보하고 쾌적한 도로환경을 조성하겠습니다.

Q 강원도에서 지방도 재구조화 사업을 추진하고 있습니다. 무슨 내용인지 설명 부탁드립니다.

A 도내 20년 이상 경과된 도로의 포장, 차로확폭, 선형개량, 배수시설 등을 재구조화하는 사업입니다. 100% 강원도 업체에 수주기회를 제공하여 도내 지역경기 활성화도 도모할 수 있다고 봅니다. 2020년 4월부터 강원도개발공사와 함께 업무를 추진 중인데, 현재까지 원주 신평, 홍천 지르매재, 강릉 대관령, 화천

광덕 등 13개소 약 200km에 약 170억 원을 투입하여 설계와 공사를 병행하고 있습니다. 앞으로도 도로 재구조화 추진대상지를 발굴하고 건설정책 역점시책으로 지속적으로 추진할 계획입니다.

Q 고속도로 미개척지인 영월~삼척 구간의 앞으로 계획이나 추진 상황이 궁금합니다.

A 현재 우리나라는 수도권과 남쪽에 위치한 주요 대도시 간의 연계에 중점을 두고 투자하여 동서축의 도로 연계성이 매우 부족합니다. 그리고 동서6축인 경기 평택에서 충북 제천까지의 고속도로는 연결됐지만 충북에서 강원을 연결하는 고속도로는 없습니다. 영월, 정선, 태백 등 강원 남부는 고속도로 접근에 30분 이상 소요됩니다. 생활 인프라 접근성도 크게 떨어져 균형 있는 국토발전을 위해 본 사업 추진이 절실합니다. 이에 우리 강원도청은 제천에서 영월, 삼척까지 이어지는 고속도로 구간을 곧 정부에서 발표하게 될 제2차 고속도로 건설 계획에 반영하도록 건의하였습니다. 사실 영월~삼척고속도로는 경제성이 낮기 때문에 정책적으로 접근하여 사업을 추진해야 실마리가 보일 수 있다고 봅니다.



강원도 손창환 국장이 지역 건설 관계자들과의 간담회와 워크숍을 주재하고 있다.



Q 강원도에서 춘천~철원고속도로 건설사업도 정부에 지속적으로 건의하고 있다고 들었습니다. 현재 추진 상황에 대해 말씀해주세요.

A 현재 정부가 추진 중인 한반도 신경제 구상의 접경지역 평화벨트로서 남북 내륙지역의 경제발전을 위해 필수적인 도로사업이라고 봅니다. 춘천~철원고속도로는 부산에서부터 이어져 오는 남북8축 간선도로망입니다. 낙후된 강원도 서북부지역 균형발전과 물류이동 활성화에 대비하여 정부 소관부서에 지속적으로 건의하고 있습니다. 참고로 기본설계까지 완료된 춘천~북춘천 약 15Km 구간에 대해 제2차 고속도로 건설 5개년 계획의 중점사업으로 반영해달라고 요청하였습니다.

Q 이밖에 강원도에 고속도로가 건설되어야 할 구간이 있다면요?

A 속초~고성 구간과 포천~철원 고속도로 구간입니다. 앞서 말한 노선구간도 마찬가지로지만 2개 모두 단절된 구간이기 때문에 제2차 고속도로 5개년 건설계획의 중점 추진사업으로 반영해달라고 요청하였습니다. 특히 속초~고성 고속도로는 환동해 권역과 금강산, 원산 특구, 원산~평양 고속도로 연결을 위한 유일한 미개통 고속도로망입니다. 가까운 미래의 금강산 관광사업 재개와 북한의 원산 국제 관광특구 등 남북 간 동해안 관광사업 활성화를 위한 핵심 내륙 고속도로망이죠. 포천~철원 구간도 한반도 내륙종단 교통축과 새로운 실크로드가 형성될 수 있는 구간입니다.



정부에서 구상 중인 접경지역 평화벨트의 핵심 국가도로망이 될 수 있어 추후 남북교류 협력사업과 낙후된 접경지역의 균형발전에 크게 기여할 수 있을 것이라고 생각합니다.

Q_ 남양주~춘천까지 이어지는 제2경춘국도 사업은 어떻게 진행되고 있나요?

A_ 지난 2020년 11월 서울지방국토관리청, 경기도, 가평군, 남양주시, 춘천시와 제2경춘국도 협의회를 개최해 주변 도로와의 연계성, 환경 훼손 및 민원 최소화, 경제성 등을 검토하였고, 이후 2021년 2월 관련 지역 주민설명회를 실시하고 기재부와 사업노선을 협의하여 사업 노선이 최종 결정되었습니다. 건설사업은 경기도 남양주시 화도읍 금남리에서 강원도 춘천시 서면 당림리까지 약 33.6km의 자동차전용도로 4차로로 신설되며 총 사업비는 약 1조 845억 원 정도 책정되어 총 4개 공구로 진행됩니다. 우리 강원도는 제2경춘국도 건설에 따른 향후 철원, 화천, 양구 등 강원북부권 접근성 향상과 춘천시 외곽순환도로와 연계성 향상을 위해 국도대체우회도로 건설을 함께 검토하여 줄 것과, 제2경춘국도 노선 종점부에서 기존 경춘도로와 지체 현상을 최소화하고 간선도로로서의 기능향상을 위해 신호체계를 포함한 시설정비를 건의한 바 있습니다.

Q_ 강원도 내 동서녹색평화도로 공사 진행상황은 어떤지 궁금합니다.

A_ 본 사업을 통해 남북교류 거점 관광지 육성사업과 지역경제 활성화에 큰 기대를 걸고 있습니다. 참고로 동서녹색평화도로는 경기 강화에서 파주~연천~철원~화천~양구~인제~고성간 접경지역을 잇는 총연장 211.5km의 도로를 개설하는 사업으로 지자체 구간별로 공사가 진행되고 있습니다. 기존 국도가 고속화도로로 탈바꿈될 동서녹색평화도로는 철원, 화천, 양구, 인제 등에서 약 600억 원이 투자되어 공사가 추진되고 있습니다. 2021년도 기준 공정률로 보면 고방산지구는 약 60%, 서화지구는 약 65%, 동송지구는 약 62%, 신읍지구는 약 33% 정도 진행되었습니다. 사업은 지역적, 군사적, 환경적 특성이 복합적으로 고려되는 사업인 만큼 기존 도로망을 최대한 활용하고, 신설구간 환경훼손도 최소화하기 위해 노력하고 있습니다.

Q_ 지난 2020년 강원도를 비롯해 원주지방국토관리청, 동해안 6개 시군과 관광도로 조성을 위해 업무협약을 체결하고 관광도로 추진 협의체를 구성했습니다. 어떤 사업 내용인지 궁금합니다.

A_ 우선 협의체는 우리 강원도와 원주청을 비롯해 강릉시, 동해시, 속초시, 삼척시, 고성군, 양양군 등 동해안 시군이 함께 하고 있습니다. 협약 내용은 관광루트 선정, 동해안 관광도로 조성 등 상호 협력체계 구축과 재원 조달 방안 논의 등이 주요 골자입니다. 현재 동해안에 단절된 자동차길 연결을 위한 기본설계를 진행 중이며, 사업 재원 확보를 위해 국토부의 '동해안권 발전종합계획'에 핵심사업으로 반영되었습니다. 2022년도 실시설계를 위한 국비 3억 원도 반영되어 사업추진에 동력을 확보할 수 있게 되었습니다. 우리 강원도에서는 동해안 바닷가 경관도로가 국내 대표적인 드라이브 체류형 관광도로로 발전되고, 이를 통해 지역경제에 큰 도움이 되기를 바랍니다.

Q_ 지난 10월 강원 관광도로 선포식이 사업의 시작인가요?

A_ 그렇다고 볼 수 있습니다. 강원도를 찾는 관광객들은 주로 고속도로를 통해 동해안으로만 집중되는 경향이 있어 국도, 지방도 주변 지역이 공동화가 발생되고 있습니다. 따라서 우리 강원도는 관광객들에게 국도와 지방도를 달리며 강원도의 숨겨진 비경을 만나고 청정 지역에서 안전한 여행을 할 수 있도록 '강

원 관광도로'라는 사업을 전국 최초로 시도하였습니다. 지난 6월부터는 강원 관광도로의 브랜딩·홍보·상품판매·경관개선 등의 사업을 한국관광개발연구원과 함께 수행하고 있습니다. 이를 통해 지난 10월 '강원 네이처로드'로 BI(Brand Identity)를 선정하고 이를 널리 알리기 위한 선포식도 개최하였습니다. 현재 강원 관광도로를 체험할 수 있는 다양한 여행상품을 판매하고 있습니다. 프로모션 등의 자세한 정보는 강원네이처로드 홈페이지(www.natureroad.gangwon.kr)에서 확인할 수 있습니다. 앞으로도 우리 건설교통국에서는 도로를 사회·문화·경제적으로 다양하게 활용하고 부가가치가 창출될 수 있도록 선도적인 역할을 해 나갈 것입니다.

Q_ 강원도 도로관리를 위해 어떤 조치들이 시행되고 있나요? 최근에 데이터 기반 스마트 도로관리시스템을 적용하고 있다고 기사를 통해 접했습니다.

A_ 2020년부터 3년 간 약 25억 원을 들여 예방 중심형 포장관리, 교량관리, 터널관리시스템을 구축하고 있습니다. 한국건설기술연구원과 함께 시스템 유지보수, 실무자 교육훈련, 기술자문 등도 함께 진행하고 있습니다. 현재 30개 노선 약 1,600km를 도로포장관리시스



템(PMS)을 통해 조사 완료하였고, 앞으로 교량 600개소, 비탈면 610개소 등 관리를 위해 교량및터널관리시스템(BTMS), 비탈면관리시스템(CSMS)도 구축할 예정입니다. 참고로 스마트 도로관리시스템을 구축하면 도로시설물 파손 이후에 보수하는 기존의 방식에서 벗어나 최적화된 보수 보강 공법과 시기를 결정하여 예방 중심형 유지관리 방식으로 개선할 수 있습니다. 우리 강원도는 데이터 기반의 스마트 도로유지관리시스템 도입을 통해 시설물 노후·파손으로 인한 도로 이용 불편을 최소화하고, 20% 이상의 도로 유지관리 예산 절감 효과와 40% 이상의 시설물 수명 연장을 목표로 효율적인 시설물 관리가 이뤄질 수 있도록 할 것입니다.

Q_ 강원도 원주시와 강릉시에서 ITS 사업이 활발히 이뤄지고 있습니다. 올해부터 본격적으로 추진한다고 들었는데 어떤 부분이 개선되고 있나요?

A_ 2020년 9월 국토부 ITS 공모사업에 원주시와 강릉시가 선정되어 추후 도심지 교통혼잡이 최소화되고 교통 흐름이 최적화될 것으로 기대하고 있습니다. ITS 공모사업에는 국비 318억 원을 포함하여 약 530억 원이 투자되어 올해부터 본격적으로 추진되고 있습니다.

우리 강원도에서는 우선 ITS협회 함께 2020년 12월 현장조사를 진행한 후 센터시스템 1차 설계를 완료하였고, 2021년 초 사업관리 용역 계약을 체결하고 5월부터 본 사업이 착수되었습니다. 특히, 원주시의 경우 기업과 혁신도시에 따른 교통량을 효율적으로 관리하기 위해 복원로를 포함한 5개 도로 22km 구간에 교차로 관리시스템, 돌발상황관리 CCTV, 교통정보수집시스템 등을 도입 중입니다. 강릉시의 경우 관광수요 증가로 인해 발생하는 주차문제, 반복정체 등을 해소하기 위해 경포로를 포함한 10개 도로 110km 구간에 주차정보시스템, 첨단신호체계, 자율주행지원 기반시스템 등을 구축하고 있습니다.

Q_ 2026년 ITS세계총회 유치 후보도시로 강릉이 선정되었습니다. 결과가 나왔나요?

A_ 아직입니다. 2020년 국토부에서 2026년 ITS 세계총회 유치 후보도시로 강릉을 선정한 바 있습니다. 지금 대만 타이페이와 경쟁을 하고 있는데, 최종 후보지 선정은 2022년 9월 미국 LA에서 열리는 세계총회에서 선정됩니다. 현재 국토부를 중심으로 강원도, 한국도로공사, ITS협회로 구성된 유치위원회가 적극적으로 유치활동을 펼치고 있습니다. 도로협회 관계자 여러분들도 많은 응원 부탁드립니다.

Q_ 2022년도 강원도 건설교통국 운영 방향이 궁금합니다.

A_ 민선7기 도정을 마감하는 해입니다. 내년에도 '평화와 번영, 강원시대'라는 도정비전 하에 코로나19라는 위기를 또 다른 기회로 바꿔 나가는 내실 있는 정책을 해나갈 것입니다. 내년 예산을 신속하게 집행하여 도내 지역경기 조기 회복에 주력할 방침이고, 앞서 말한 연속 사업들을 차질 없이 추진할 예정입니다. 2022년은 세계 공급망 재편과 첨단산업 선점 경쟁, 탄소중립, 도시와 농촌의 균형발전 등 새로운 변화에 직면하는 중요한 해입니다. 여기에 미래 전략산업을 발굴·육성하는 기회로 삼아 새로운 먹거리를 창출할 수 있도록 우리 건설교통국에서도 최선을 다하겠습니다.

Q_ 도로협회 회원사에게 전할 말씀이 있다면요?

A_ 도로건설과 설계, 유지관리 등 각각의 업역의 전통산업의 경계가 허물어지고 있습니다. 그동안 도로를 기반으로 한 건설업과 같은 전통산업이 경제발전의 주축을 이뤄왔습니다. 하지만 도로를 건설에만 국한하지 말아야 할 시점이 왔고, 첨단산업이나 타산업과의 연계가 필요한 시기가 도래했다고 봅니다. 하루가 다르게 발전하는 첨단기술이나 타산업과의

연계를 도로산업에도 접목할 수 있는 방안을 끊임없이 고안해 내야 할 것입니다. 우리 강원도도 전통적인 도로건설, 유지관리에만 국한돼 있지 않고 새로운 아이디어와 패러다임으로 접근해 나가려고 노력하고 있습니다. 앞서 말한 강원도 관광도로, 평화도로사업, 스마트 도로관리시스템 구축 등 가시적인 성과도 이뤄내고 있습니다. 앞으로 도로협회 회원사들과 함께 지자체 도로의 개선책과 개혁안을 마련하여 도로산업에도 다시 활기를 불어넣을 수 있도록 서로 힘을 모았으면 합니다.

Q_ 마지막으로 마무리 말씀 부탁드립니다.

A_ 도로를 관리하다 보니 다양한 분야의 전문 인력이 필요합니다. 협회에서는 업계 영역을 나누지 말고 다 같이 모여 도로산업의 다양한 문제점과 의견을 나눴으면 합니다. 도로협회가 국토부 산하 기관인 것으로 알고 있습니다. 정부기관 산하 협회이기 때문에 우리 지자체나 업계의 문제점과 이해관계를 대변해서 정부 정책에 반영하는 일을 해줬으면 합니다. 무엇보다도 모든 도로 종사자가 궁극적으로 나아가야 할 방향이 무엇인지 소통하는데 애써주셨으면 합니다. 🇰🇷



강원도 손창환 건설교통국장 이력

손창환 국장은 강원도 강릉 출신으로 강릉고와 서울대를 졸업했다. 1998년 지방고등고시에 합격해 강원도 수자원관리팀장, 방재담당관, 도로철도과장, 2018 평창동계올림픽 조직위원회 시설국장 등을 역임하였으며, 지난 2019년 12월 강원도 건설교통국장으로 부임하며 강원도 도로, 교통, 철도, 도시계획 등 주요 시책을 맡고 있다.



신뢰와 열정의 엔지니어링 기업!

(주)대한 설영만 대표이사를 만나다

“디벨로퍼로서 도약을 다짐하며 (주)대한건설ENG에서 (주)대한으로 사명 변경”
“도로설계와 감리에 국한하지 않고 新성장동력 마련에 초점”



제165호 인터뷰에서는 (주)대한 설영만 대표이사를 만났다. 설영만 대표이사는 건설엔지니어링 분야에서 정부와 민간의 SOC사업을 여러 차례 주도하며 30년 이상의 경험과 노하우를 쌓은 장본인이며, 특히 도로업계에서는 잔뼈가 굵은 도로 및 공항기술사이다. 2012년에는 (주)대한건설ENG를 설립하여 약 10년 간 토목설계와 감리, 컨설팅, 연구개발 등 다방면에서 입지를 탄탄히 해오고 있다. 설영만 대표는 인터뷰에서 “앞으로 20년을 위한 신성장동력을 발굴하여 디벨로퍼로의 도약을 이룰 것”이라고 전했다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

Q _ 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A _ 반갑습니다. 지난 2018년 한창 북한과의 경협 이슈가 있을 때 협회 저널을 통해 인터뷰로 인사드린 바 있는데, 이렇게 회원사 CEO 인터뷰를 통해 다시 한 번 인사드리게 되어 영광입니다.

Q _ 3년도 넘게 지났는데 기억하고 계시네요. 당시 북한과 SOC 경협 상황이 좋은 분위기로 흘러가는 듯 했는데, 지나고 보니 너무 아쉬운 마음이 큼니다.

A _ 당시 제가 북한도로 관련하여 말씀드린 모든 게 청사진이었지만 앞으로도 기회는 있다고 봅니다. 3년 동안 큰 이슈는 없었지만 앞으로 무슨 일이 일어날지 모르기 때문에 열려 있는 마음으로 아이디어를 구상하며 계획해야 할 것 같습니다.

Q _ 회사를 설립하시고 경영한지 10년이 되었습니다. 그동안 많은 일이 있으셨을 텐데 소회 한 말씀 부탁드립니다.

A _ 세월이 유수 같습니다. 10년 전인 2012년 14명의 기술자가 주축이 되어 회사를 창립했고, 현재 100여 명의 임직원이 매출 100억 원 이상을 달성하는 중견기업이 되었습니다. 경력으로만 따지면 뒤쳐질 것 없는 사람들이 모여 회사를 창립했지만 신생기업이라는 이유로 관공서 일도 선뜻 따오기 힘들었죠. 처음에는 거창하게 일을 벌이기보다는 ‘다른 회사보다 하나만 더 잘하자’라는 업무스타일로 일했습니다. 현재는 도로, 터널, 교량, 수자원, 도시계획, 항만 등 가릴 것 없이 SOC 전반 엔지니어링을 전문으로 하고 있고, 특히 민간기업이 인프라 시설의 설계·자본·운영을 담당하는 방식의 민관협력사업(PPP)을 위해 노력하고 있습니다. 저를 비롯한 주요 경영진들이 전국 주요 고속도로와 국도 공사 경력에 큰 강점이 있어 최근까지도 다양한 도로 사업을 성공적으로 수행해왔습니다.

Q _ 작년에 (주)대한건설ENG에서 (주)대한으로 사명을 변경했습니다. 특별한 이유라도 있나요?

A _ 공학도의 기본 마인드부터 다르게 접근하기 위함입니다. 토목설계를 용역 과업이 아

닌 중심이 되는 사업으로 접근하려는 포부가 담겨있죠. 사업노선을 개발하고, 기술영업을 하고, 사업자 선정까지 이끌어내 사업을 론칭시키는 마인드를 함양시키기 위해 노력하고 있습니다. 전체 디벨로퍼(developer) 역할까지 생각하면 됩니다. 우선 투자자나 관공서, 건설사들에게 사업을 이해시키기 위해 노력하고 마케팅을 해서 건설사와 함께 사업을 런칭한다는 뜻으로, 엔지니어링 마인드를 넘어 사업 개발자의 역할까지 두루 나아가기 위해 사명을 변경했습니다.

Q **㈜대한을 설립하고 10년 동안 쉽 없이 달려 오셨습니다. 그동안 어떤 사업을 하며 보내셨나요?**

A 지금껏 경쟁설계와 다수의 민간사업, 재정설계, 연구용역, 건설사업관리, 안전진단, R&D, 특허 및 신기술을 개발해오며 함양~창녕고속도로9공구 기술제안 등 경쟁설계 40여 건, 제3연륙교 실시설계 등 재정설계 60여 건, 제2차 국가도로망 종합계획 등 연구용역 70여 건, 광주~강진고속도로 등 건설사업관리 20여 건, 안성~구리고속도로 20공구 등 안전진단 20여 건, 고수압초장대 해저터널 핵심요소 기술개발 등 R&D사업 20여 건, 강관을 이용한 트러스형 방음터널 등 신기술 개발

10여 건 등을 완수한 바 있습니다. 최근 주력하는 사업은 민간투자 설계부문으로 고속도로와 일반도로 사업도 수차례 제안한 바 있습니다. 현재에도 지속적으로 새로운 동력과 프로젝트를 발굴해 회사의 기반을 유지하고 있습니다.

Q **회사를 운영하시면서 어려웠던 적은 없으셨는지 궁금합니다. 특히나 건설 엔지니어링 업계가 힘든 시기인데, 어떻게 극복하고 있나요?**

A 매년 힘든 시기를 넘겨온 것 같습니다. 최근 까지도 국내 민간투자사업들이 공공성 강화라는 명분아래 중단된 사업도 있었고, 해외사업도 코로나19와 해외 당국 규제로 멈추다보니 중·장기적으로 먹거리를 찾기 힘든 상황에 부딪혔습니다. 하지만 어려움 속에서도 보통 20년 이상 걸릴 기업의 기틀을 10년도 안 돼 이뤘으니 쉽 없이 달려온 지난날을 돌아보며 최근에는 안정과 기반을 다지며 성장 동력을 재점검했습니다. 특히나 민간 창의와 민간 자본으로 건설하는 사업에 주력하여 우리 회사의 젊음과 패기를 일깨운 활력소가 되었죠. 그리고 설계는 물론이고 사업발굴, 시행, 운영관리, 유지보수, 법률, 회계까지 직접 수행하는 디벨로퍼로서 도약하기 위해 그간 쌓아



온 기술력과 경험을 펼칠 수 있는 발판이 마련되었다고 봅니다. 단순 토목구조물 설계가 아닌 이익을 창출하고 주변지역을 활성화시킬 수 있는 인프라 시설을 만들고 싶은 바람입니다. 작은 디벨로퍼 사업부터 시행하며 컨소시엄을 통한 큰 프로젝트 단위 사업을 구상하는 등 차근차근 단계를 밟아가는 중입니다.

Q **대표님께서도 북한도로 전문가이기 때문에 관련 사항에 대해 질문 드리겠습니다. 최근**

국내 정권과 북한 정세가 바뀔 때마다 온도차가 상당해서 혼란스럽기까지 한데, 북한 인프라 시장 진출과 관련하여 어떻게 나아가야 한다고 보십니까?

A 민족적으로 통일을 논하는 것에 대한 사명감도 있지만, 북한을 우리의 신성장동력과 새로운 건설시장으로 인식하고 같이 나아가야 하는 것이야 말로 우리 건설업계를 다시 한번 살릴 수 있는 돌파구가 될 것입니다. 하지만 유념해야 할 부분이 있죠. 과거에는 북한



의 의사와 상관없이 도로와 철도, 항공, 항만을 설계했다면, 앞으로는 북한의 시스템을 인정하고 그들이 원하는 시설과 우선순위를 고려해야 시장을 선점할 수 있다고 생각합니다. 중국도 예의 주시하고 있고, 북한이 결코 우리시장이 아니란 냉정한 시각을 잃어서는 안 된다는 생각입니다.

Q 2018년 한창 북한과의 경험 이슈 때 북한판 경부고속도로도 제안하신 바 있습니다. 이후 3년이라는 시간이 흘렀는데, 여전히 유효한 프로젝트라고 보십니까?

A 물론입니다. 당시 제가 ‘북한판 경부고속도로’ 건설을 제안한 바 있지만, 사업이 반드시 이루어진다고 보다는 침체된 국내 건설시장 파이를 키우고 하나된 목소리를 내고 싶은 바람에서 목소리를 냈습니다. 건설시장에 조그만 파동을 주어 건설산업의 활기를 불어넣어 앞으로 가야 할 방향성을 제안한 것이죠. 또한 1970년대 경부고속도로를 통해 대한민국 경제가 급성장한 것처럼, 북한 경제재건의 원동력이자 유라시아 핵심 물류망이 될 주력 고속교통망을 건설하자는 의도였습니다.

Q 프로젝트 내용에 대해 조금 더 설명 부탁드립니다.

A 북한판 경부고속도로 사업은 400km가 넘는 서울~평양~신의주 구간에 고속도로를 주축으로 고속철도를 단계적으로 건설하자는 내용입니다. 전체 사업비가 30조 원이 넘는 대형 프로젝트인데, 1단계는 3년간 고속도로와 철도노반을 함께 건설하고 2단계로 궤도 등 철도시스템을 5년 내 완공하는 플랜입니다. 쉽게 말해 고속철도가 중앙에, 양 옆으로 고속도로가 놓이는 방식의 사업입니다. 고속도로 건설은 1단계로 현재 공사 중인 서울~문산 고속도로와 개성 간 24.5km를 잇고, 2단계로 개성~평양~신의주 간 380km를 건설합니다. 경부고속도로 곳곳에 설치된 ‘아시안 하이웨이 1호선’ 표지판처럼 부산에서 출발해 서울, 평양을 거쳐 베이징, 뉴델리, 테헤란, 이스탄불로 이어지는 현대판 실크로드가 실현될 수 있는 사업이라고 봅니다.

Q 북한은 상대적으로 도로보다 철도가 발달되어 있는데, 고속도로 건설이 먼저라고 제안하신 특별한 이유가 있나요?

A 고속철도는 막대한 사업비용이 들기도 하고, 북한 내 전력사정을 고려해 후순위로 설계해야 한다는 생각이었습니다. 사실 도로와 철도는 근본이 다릅니다. 철도는 전기·신호·통신·궤도 등 철도시스템과 열차가 전제되



한국도로협회 이정윤 실장이 (주)대한 설영만 대표와 인터뷰를 하고 있다.

어야 하지만 여러 면에서 구축에 오랜 시간과 비용이 필요합니다. 하지만 도로는 상대적으로 건설하기 쉽고 만들어 놓으면 각자가 차를 몰고 이용할 수 있기 때문에 활용성 측면에서 좋다고 봅니다. 현재 북한은 1990년대 이후 태어난 장마당 세대가 빠르게 생활반경을 넓히고 있고 자동차도 늘어나는 추세입니다. 활기 넘치는 장마당 세대에 어울리는 중·단거리 교통은 철도보다는 도로가 효율적일 것이라고 판단하고 있습니다.

Q 지난 30여 년간 도로교통 분야의 전문가로서 오래전부터 해외진출에 대한 고민을 해 오셨습니다. 각고의 노력으로 소기의 성과들을 경험하시면서 동시에 아쉬움도 많으실 것 같은데요.

A 여러모로 해외사업은 쉽지 않습니다. 코로나 19로 해외진출이 더 어려워진 것도 사실입니다. 하지만 그동안 만났던 필리핀, 벨라루스, 인도네시아 등 개발도상국의 관계자들이 우리나라의 성장 과정을 부러워하는 것을 볼 때마다 오히려 해외에서 우리의 기술과 발전상



황을 받아들이고 싶어 하는 것을 알게 되었습니다. 이러한 경험과 사업이 저에게는 큰 자부심과 할 수 있다는 의지로 다가왔습니다. 상황이 나아지면 해외진출 영업을 공격적으로 펼쳐 나갈 예정입니다. ODA, MDB 사업 등에 더해 PPP사업을 목표로 진출할 계획을 갖고 있습니다. 특히, 필리핀과 인도네시아는 타당성 조사를 7번 이상 했는데, 앞으로는 수익사업으로 진출하려고 합니다.

Q 해외사업을 수주하고 수행하면서 겪는 문제는 다양합니다. 발주자와의 의사소통문제에서부터 관련 사업지역의 행정, 계약, 자금조달뿐만 아니라 문화, 법 등 다양한 어려움이 산재해 있지 않나요?

A 물론입니다. 하지만 우리나라 엔지니어링 업체에서는 전통적인 기술분야 전문가들만 투입하여 설계 업무를 수행해 오고 있었습니다. 그러다보니 다른 분야에 대한 민간전문가가 부족한 실정입니다. 해외 인프라사업은 토목 전문성을 가진 기술인력 이외의 전문가도 필요할 수밖에 없습니다. 특히나 영어권 이외 나라의 의사소통 문제, 관련국의 제도와 관행 등의 기술 외적인 요인들로 인해 사업이 지연되거나 비용이 늘어나는 문제가 발생하죠. 상대적으로 인력자원이 풍부하지 않은 국내 설계회사들은 해외 시장으로 진입하기에 어려운 점이 많습니다.

Q 침체된 해외 도로시장을 극복할 수 있는 방안이 있을까요?

A 가장 좋은 방법은 해당 진출국의 경험이 있는 엔지니어를 투입시키는 것입니다. 하지만 진출국 대부분이 개도국이기 때문에 경험을 보유한 인력을 수급하기란 현실적으로 쉽지 않습니다. 따라서 해당국 사업경험이 있는 회사와 합작하여 프로젝트를 진행하는 것이 가장 합리적인 처사일 것입니다. 해당 진출국에 강점이 있는 회사들이 있으므로 상호 보완할 수 있는 업체와 함께 하는 것도 하나의 방법일 것입니다.

Q 최근 엔지니어링 업계에서도 해외 PMC (Project Management Consultancy) 사업 이야기를 많이 하는데요. 국내 엔지니어링 업계에서 추구해야 하는 새로운 해외사업 분야가 될 것이라고 보시나요?

A 그렇습니다. 일반적으로 공사비의 5% 수준인 감리용역에 비하여 PMC는 8~10% 이상 수준의 고부가가치 사업입니다. 하지만 국내에서 아직까지 미숙한 분야일 수밖에 없습니다. 국내 엔지니어링 기업은 설계, 감리, 시공과 같은 전통적인 엔지니어링 분야에만 사업을 집중적으로 수행했기 때문에 해외건설 엔지니어링의 수익성이 좋지 않습니다. 하지만 해외에서는 도로, 교통, 구조, 지반 등의 기술적인 과업뿐만 아니라 발주자 역할을 대행하여 수행하는 PMC를 선호하기 때문에 많은 준비와 노력이 필요할 것 같습니다.

Q 대표님께서도 PMC 사업을 염두에 두고 있는지 궁금합니다.

A 물론입니다. 하지만 조직역량측면에서 PMC 관련 전문인력 양성이 필요할 것입니다. 이와 동시에 선진기업의 PMC 시스템을 흡수하여 국내 기업에 맞는 시스템으로 구축해야 한다고 봅니다. 사업 수행능력을 높이기 위해서는 선진기업이나 정부기관과의 연구개발을 통해 우리 기업에 필요한 변화를 분석하고 개발해야 할 것입니다. 이와 동시에 해외 이해관계자들의 요구사항을 빠르게 수행하기 위해서 직접 전문인력을 양성하는 것과 동시에 아웃소싱 능력을 우선적으로 키운 후 장기적으로 인력양성 전략으로 확대해야 할 것입니다. 특히나 국내·외 우수 기업들과 컨소시엄이나 합작을 구성하여 경험을 쌓는 것이 방법일 것입니다. 최근에 한국도로공사와 국내 엔지니어링사가 PMC사업에 진출한 사례를 보았습니다. 이와 같이 민-관 파트너 PMC사업으로 경험을 쌓는 것도 좋은 방법이라고 생각합니다.

Q 말씀하신 부분들도 결국 인력 문제로 귀결되는 것 같습니다. ㈜대한에서는 엔지니어 양성을 위해 어떤 부분을 노력하고 있는지 궁금합니다.

A 우리는 신입사원에 대한 자체교육 이외에도 한 달에 한 번 명사초청 강연으로 직원들의 시야를 넓히고 있습니다. 다양한 주제로 전 직원이 일 년에 한두 차례 모여 외부강사를

초빙해 세미나도 합니다. 이외에도 협회·단체에서 시행하는 CM, VE 등 전문교육과 해외건설관련 교육 이수를 통해 직원들의 역량 강화에 힘쓰고 있습니다. 우리 담당기술자 한 사람 한 사람이 해외사업에 대한 막연한 두려움을 떨쳐버리고 할 수 있다는 자신감도 중요합니다. 기술자 개인적으로는 언어, 문화 등에 대한 글로벌 역량을 강화하고, 기업에서는 이미 해당 시장에 진입한 회사와의 협업 등을 통해 신규시장 진입의 어려움을 최소화하는 지혜를 모아가는 것이 좋은 성과를 이룰 수 있는 지름길이라고 생각합니다.

Q PMC뿐만 아니라 디벨로퍼로서 거듭나기 위해 노력 중이라고 하셨습니다. 최근 중점을 두는 분야가 있나요?

A 저는 업역을 토목설계와 감리에 국한하지 않고 신성장동력 마련에 초점을 두고 있습니다. 구조물 유지관리뿐만 아니라 안전점검, 기계화시공, EMP방호시설설계, 신재생에너지사업도 추진 중입니다. 특히 최근에는 신재생에너지 중에서 ESS(Energy Storage System)에 대한 관심이 많습니다. 이는 저렴한 밤의 전기를 모아두었다가 낮에 활용하는 방안으로 배터리기술이 관건이며, 조만간 가시적인 성과도 기대할 수 있을 것입니다. 궁극적으로는 앞서 언급한 디벨로퍼로서 설계와 시행, 유지관리, 운영, 법률, 회계까지 수행하며 컨소시엄을 통한 대형 프로젝트 사업노선을 구상 중입니다.

Q **㈜대한에서 국토·국지도 건설 5개년 계획 등 도로 법정계획 사업을 주도했습니다. 어떤 것에 주안점을 두고 사업을 진행하였는지 궁금합니다.**

A 최근 이상 기후 변화로 인한 도로파손, 기존 도로선형 불량으로 인한 교통사고 위험 등 도로 개선을 위한 유지관리 부분에 집중했고, 자율주행과 같은 미래 도로환경에 대한 대응, 권역별 국도와 지방도 노선별 도로안전성 확보, 도로 건설관리 기본계획의 지방청 별 실시, 지방청과 산하 국토관리사무소의 사업 중복투자발생 억제 및 단계별 사업 순위 체계적 수립 등에 역점을 뒀습니다.

Q **도로계획이나 정책을 통해 도로산업 성장 동력을 마련할 수 있는 방안 등 소견이 있다면 말씀 부탁드립니다.**

A 현재 국토사업은 권역별 국토관리사무소와 지방청 사업에 일부 중복 투자가 발생하고 있습니다. 특히나 교차로개설, 위험도로, 중앙분리대, 길어깨확장, 방음벽, 선형개량, 재포장사업 등 점단위 건설사업에서 도로건설관리기본계획과 같은 선단위 사업을 실시해야 합니다. 지방청 단위로 권역별, 노선별로 계획을 수립해 사업순위와 사업비 등 분석을 통해 체계적으로 수립하도록 도로 기본계획을 잡아야 합니다. 또한 대도시권 중심 도로정책에서 지역생활형 도로로 전환할 필요가 있습니다. 특히, 국도는 지방청별 노선별 도로관리 기본계획을 수립하고 발주방안을 모색하

여야 향후 도로 건설시장의 활성화와 지역발전, 일자리 창출 효과가 극대화 될 수 있을 것입니다.

Q **앞으로 자율주행 등 도로교통 부분에서도 변화를 함께 해야 할 텐데요. 30여 년간 격변기를 함께 해온 도로인으로서 앞으로 어떤 변화를 예상하는지 궁금합니다.**

A 저도 다양한 매체와 행사 등을 통해 모니터링하고 있습니다. 특히 도로부문에서의 이슈와 준비사항은 자율주행으로 인한 도로투자의 확대와 유지보수에 관한 것입니다. 우리 도로 인프라부문에서도 면밀히 검토하여 필요한 투자와 운영에 따른 비용요소를 정부에 건의하고 준비해야 합니다. 물론 자율협력주행 협의체도 구성되었고 정부와 공공기관에서 자율주행 연구개발에 막대한 자금을 쏟고 있다는 것도 알고 있습니다. 하지만 4차 산업혁명 중에 가장 보편적으로 먼저 시작될 자율주행 서비스에 대비해서 도로관련 업계나 종사자도 도로교통체계를 새로운 시각으로 바라보아야 할 것입니다. 또한 학계의 커리큘럼뿐만 아니라 엔지니어링 회사의 도로교통 관련 업무수행도 전반적으로 재검토될 필요가 있습니다. 도로와 교통공학 이론과 설계, 종사자 모두가 4차 산업혁명의 도래를 인지하고 단합하여 준비할 시점이라고 봅니다.



㈜대한 설영만 대표이사 이력

설영만 대표이사는 중앙대학교 출신으로 1990년 건설분야 설계를 시작한 이후 ㈜다산건설컨트, ㈜삼보기술 등 국내 유수 엔지니어링 회사에서 요직을 두루 역임하였으며, 2012년 4월 지금의 ㈜대한을 설립하게 됐다. 설영만 대표는 엔지니어링 업계에서 진땀가 끓은 도로및공항기술사로서 국내외 주요 민·관 도로사업을 주도하며 대한민국 기간교통망 구축과 발전을 위해 헌신해왔다.

Q **대표님께서 한국도로협회에서 도로설계 전문위원회 위원장으로 활동하고 있습니다. 협회 대부분이 건설사와 엔지니어링 회원으로 이뤄져 있는데, 같이 추진해야 할 만한 것들이나 해야 할 일들이 있다면 말씀 부탁드립니다.**

A 요즘과 같이 어렵고 사람이 중요한 시기에 협회가 중심이 되어 위기를 함께 극복하는 것이 중요합니다. 앞서 말씀드린 바와 같이 도로협회에서는 특화 도로교육 프로그램을 개설하여 인재 양성에 힘써주셨으면 합니다. 공학을 전공한 졸업생, 신입사원, 과장, 차장과 같은 실무자도 좋고, 저와 같은 경험 많은 시니어 엔지니어도 좋습니다. 민간투자사업, 도로VE, 도로법, 도로행정, 해외건설 경험, 해외 도로사업에 대한 관세, 세금, 금융, 앞서 말한 4차 산업혁명 부분 등 교육프로그램을 만들

어 회원사와 서로 공유했으면 합니다. 협회에서는 매월 세미나와 교육을 통해 창의적인 아이디어가 나올 수 있는 풍토를 조성해주시기를 바랍니다.

Q **마지막으로 한 말씀 부탁드립니다.**

A 살면서 배운 것 중 하나는 함께 해야 행복하다는 진리입니다. 세계적인 건축경제 시작과 도로건설 투자 감소 등 경기불황과 국내 건설경기 위축에도 불구하고 사람과 함께 가야한다고 생각합니다. 협회에서도 더욱 분발해주시어 회원사간에 소통하고 함께 하는 협회로 활약해 주시기를 당부 드립니다. 2022년 새해가 밝았습니다. 모든 분들의 건강과 가정의 행복을 기원합니다. 감사합니다. 🇰🇷

포스트 코로나 시대, 건설산업 기회의 장

특집 01

성유경 | 한국건설산업연구원 연구위원

코로나19 바이러스의 등장 이후 2년이 흘렀다. 세계는 지난 2년간 팬데믹에 대응하며 불안과 함께, 그 이면에서 진행되는 새로운 움직임을 경험했다. 일상생활은 온라인으로 이동했고, 지구 환경에 대한 이슈는 더욱 중요해졌다. 코로나19의 위기는 세계 경제에 미치는 영향에서 나아가 디지털 전환, 친환경 사회, 탈세계화와 같은 트렌드를 가속시켰다. 경제와 산업, 사회와 문화 전반에 걸친 변화는 포스트 코로나 시대라는 구조적 전환을 알렸다. 본고는 포스트 코로나 시대가 가져온 변화 중, 특히 기술 변화에서 비롯되는 건설산업의 기회에 주목했다.

1. 포스트 코로나 시대의 기술

포스트 코로나 시대를 특징짓는 기술은 비대면 사회의 인프라를 제공하는 디지털 기술이라 할 수 있다. 세계경제포럼(WEF)은 전염병으로 인한

불황에 직면한 산업이 새로운 가치로 전환되어야 함을 제안하며 이를 '그레이트 리셋'¹⁾으로 설명했다. 그리고 위대한 전환을 위한 방안의 하나로 빠르게 진행되는 디지털 전환을 언급했다. 디지털 전환은 기술의 개발과 적용이라는 단편적인 진행으로 끝나지 않을 것이며, 앞으로 기업 비즈니스의 변화와 사회 전반 시스템을 변화시키는 원동력으로 작용할 것으로 전망된다. 세계경제포럼이 예상한 대로 코로나19 위기의 시작 이후 디지털 기술의 영향은 더욱 커지고, 디지털화 속도는 더욱 빨라지고 있다.

한국전자통신연구원(2020)²⁾은 사람들의 인식과 사회시스템이 바뀌고 있다고 보았다. 개인 데이터 활용, 산업 내 이해관계자 간 갈등, 기술 수준 미흡 등 디지털 기술 확산을 위해 해결해야 할 문제가 코로나19 위기에 대응하며 해결되고 있다. 경제

1) WEF(2020.7), Digital Transformation: Powering the Great Reset.

2) 한국전자통신연구원(2020.12), 코로나 이후 글로벌 트렌드 - 완전한 디지털 사회, ETRI Insight.

〈그림 1〉 디지털화되는 세상



출처 : WEF(2020.7), 'Digital Transformation: Powering the Great Reset'.

활동을 유지하는 데 필요한 비대면·비접촉 기술에 대한 사회적 수용성이 유례없이 높아진 것이다. 기술이 만드는 급격한 사회변화는 기술 수준이 획기적으로 향상되거나 사회적 수용성이 갑자기 높아지는 상황에서 발생할 수 있는데, 코로나19의 발생은 이 두 가지를 동시에 진행시켰다.

혁신적인 기술이 보편화하기까지 넘어야 할 장벽에 대해 윤정현(2020)³⁾은 지식의 장벽, 기술적 장벽, 경제적 장벽, 사회·문화적 장벽으로 설명했다. 하나의 혁신 기술이 사회적 변환의 기폭제가 되기 위해서는 새로운 가능성을 이론적으로 입증하기 위한 '지식의 장벽', 이를 실제로 만들어 구현할 수 있는 '기술적 장벽', 시장에 내놓을 만큼의 가격 경쟁력을 갖추기 위한 '경제적 장벽', 그리고 신기술에 대한 사회적 거부감과 통념을 극복하기 위한 '사회·문화적 장벽'까지 극복해야 한다. 4차 산업혁명의 논의와 함께 건설산업에서 다뤄온 기술도 이론적, 기술적 장벽은 넘어섰지만, 경제적, 혹은 사회·문화적

장벽을 뛰어넘기에 상당한 노력이 필요하다. 그런데 현재 디지털 기술들은 그동안 넘고자 했던 장벽을 일거에 뛰어넘고 있으며, 포스트 코로나 시대는 건설산업도 이러한 기술을 과감히 도입하도록 하고 있다.

2. 건설산업의 유망기술

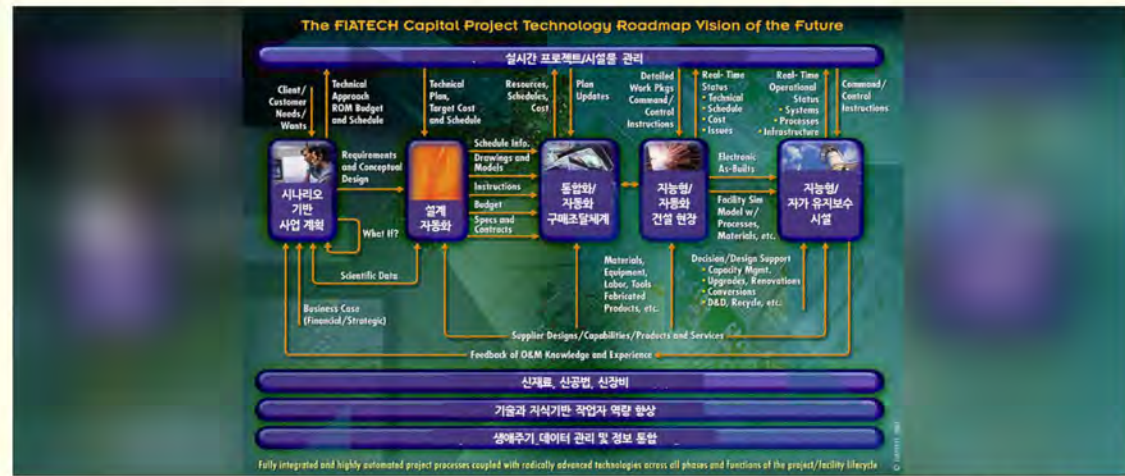
2.1 2003년의 건설기술 전망

첨단기술을 통해 발전하는 건설산업의 모습은 꽤 오래전부터 그려져 왔다. 미국 건설산업의 생산성 감소에 따른 위기의식에서 출발한 CII의 연구팀 Fiatch는 2003년 건설기술 로드맵을 작성했다. 여기에는 건설기업, 대학, 발주자, 연구기관 등 다양한 기관이 미래 비전을 공유하고 첨단기술을 적용하고자 참여했다.

Fiatch 로드맵이 보여준 건설 사업은 시나리오 기반으로 사업계획을 수립하고, 자동화된 설계를 하며, 통합화·자동화된 구매조달체계를 활용한다(그림 2). 건설현장은 지능화·통합화되

3) 윤정현(2020), COVID-19 이후, 뉴노멀과 미래 전망, Future Horizon Focus, 과학기술정책연구원.

〈그림 2〉 Fiatech의 기술 로드맵



출처: Fiatech(2003.01), 'Capital Projects Technology Roadmap Initiative'.

어 있고, 완성된 시설은 지능형·자가 유지보수 방식으로 관리된다. 이 과정에서는 신재료·신공법·신장비가 사용되고 기술과 지식으로 역량이 향상된 작업자가 참여한다. 건설 프로젝트와 시설물은 실시간으로 제어되며, 이러한 건설과 시설의 운영 과정을 생애주기 데이터 관리 및 정보 통합이 지원한다. Fiatech 로드맵이 제안한 주요 내용은 지금 이 시대의 건설산업 지향점과 조금도 다르지 않다.

2.2 4차 산업혁명의 건설기술

2016년에는 세계경제포럼이 4차 산업혁명을 화두로 삼으며 인공지능, 빅데이터, VR(가상현실)·AR(증강현실), 로봇, 3D프린팅, 드론 등의 기술 발전과 향후 5년 안의 큰 변화를 예고했다. 독일에서는 스마트공장으로 대표되는 제조업의 생산방식 변화가 추진되고 있었고, 이러한 기술 발전은 건설산업에도 변화를 가져올 것으로 기대되었다.

이 당시 건설산업을 바꿀 4차 산업혁명 기술도 제

시되었다. 사전제작 및 모듈러 건설, 진보된 건축 자재, 3D프린팅, 자율(autonomous) 건설, 가상·증강 현실, 빅데이터 및 예측분석, 무선 모니터링과 연결 장비, 클라우드와 실시간 협력, 3D 스캐닝과 포토그래메트리, BIM 등이다(그림3).

2.3 포스트 코로나 시대의 건설기술

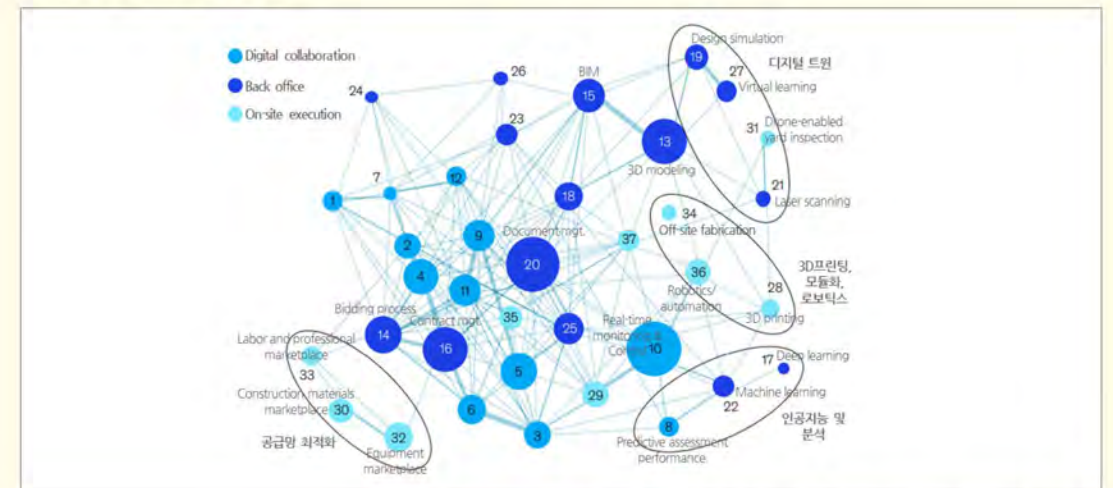
Fiatech에서 제시했던 비전은 4차 산업혁명의 기술로 구현 가능해졌다. 그리고 이 기술들은 코로나19의 위기를 겪으며 사회적 수용성이 크게 높아졌다. 맥킨지(Mckinsey)는 기존 연구를 업데이트하여 건설기술의 활용 사례를 분석하였는데(그림 4), 실시간 모니터링, 자료관리, 3D모델링, BIM 등의 활용이 많았다. 이는 건설현장이 비대면 업무의 필요 속에서 BIM 등의 디지털 도구를 활용하여 협업하고, 화상으로 회의하며 현장을 관리하기 시작했음을 보여준다. 또, 주목할 만한 4개의 기술 집합이 등장했다. 디지털 트윈, 3D프린팅·모듈화·로봇릭스, 인공지능 및 분석, 공급망 최적화 기술이다. 그동안 모험적인 기

〈그림 3〉 건설산업의 생산성 향상을 가져올 10가지 기술



출처: WEF(2018.3), 'How construction industry can build its future'.

〈그림 4〉 건설기술 활용 사례 맵 4)



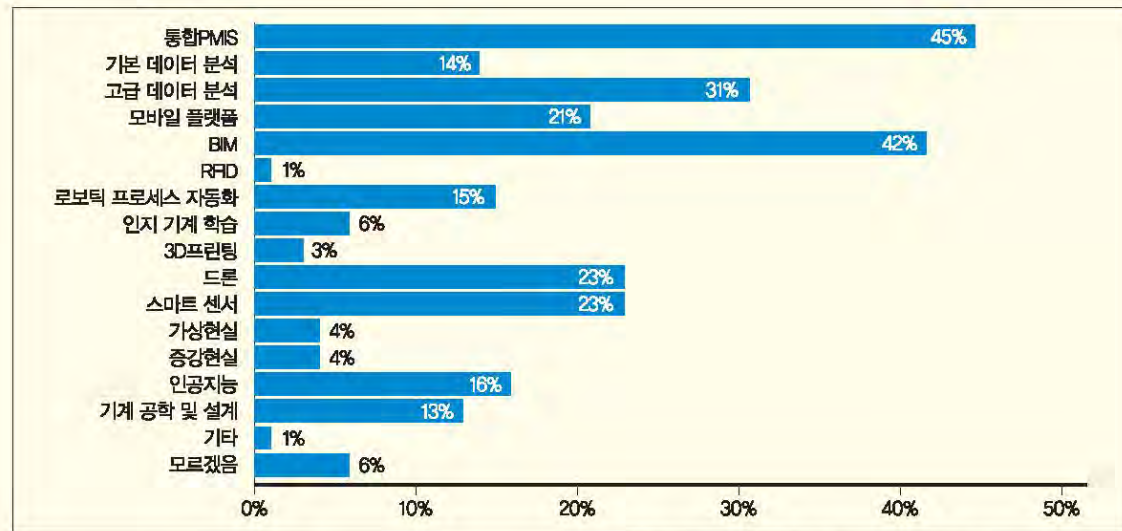
출처: Mckinsey(2020.10), 'Rise of the platform era: The next chapter in construction technology'.

업이 시도하던 방식이 이제는 일반적인 건설 프로젝트로 확대되는 모습이다. 한편, 최근 KPMG는 글로벌 건설기업 및 발주기관을 대상으로 설문을 진행하며, 투자 수익을 극대화할 잠재력을 가진 기술을 조사했다. 해당 조사에서 통합PMIS(45%), BIM(42%), 고급 데이터 분석(31%) 기술이 잠재력이 가장 높은 기

술로 응답되었다. 다음으로는 드론(23%), 스마트 센서(23%), 모바일 플랫폼(21%)의 순서였다. 현재 기업은 프로젝트 전체의 효율성 증대와 의사결정 개선을 위한 기술을 중시하고 있는 것으로 보인다(그림 5). 4차 산업혁명에서 제시된 기술은 코로나19의 대응과정에서 활용되며 점차 효과가 검증될 것이다.

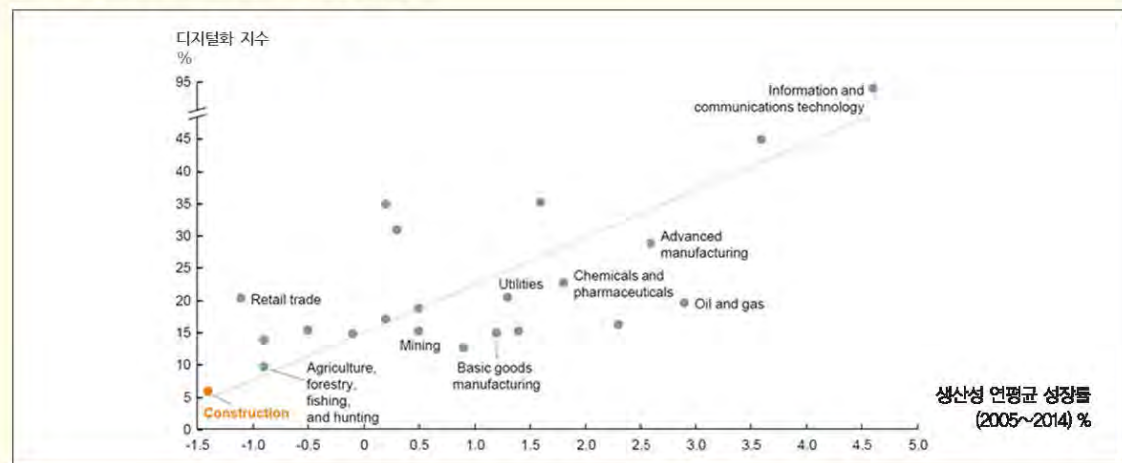
4) 원의 크기는 해당 사례를 제공하는 기업의 수이며, 선의 굵기는 연결된 사례를 동시에 제공하는 기업 수.

〈그림 5〉 투자 수익이 예상되는 유망기술



출처: KPMG(2021.8), 'No turning back an industry ready to transcend'.

〈그림 6〉 산업별 디지털화 지수와 생산성 성장률



출처: McKinsey & Company(2017.2), 'Reinventing construction a route to higher productivity'.

3. 건설산업 첨단화의 장벽

혁신 기술의 활용을 위해 넘어야 할 장벽이 낮아졌지만, 여전히 기술에 대한 투자는 쉽지 않다. 기술을 통해 산업의 발전을 꾀하자는 열망과는 반대로 지금까지 건설산업은 다른 산업과 비교하여 기술 적용이 더디었으며, 생산성도 낮은 위치에 있었다. 맥킨지의 디지털화 지수 조사에서 건

설산업은 가장 디지털화가 뒤쳐진 산업 중 하나이다(그림6). 또한 디지털화 수준과 지난 10년간의 생산성 향상 사이에는 밀접한 상관관계가 있었는데, 건설산업은 생산성 향상도 더딘 산업으로 나타났다.

건설산업의 디지털화가 이렇게 뒤늦은 원인으로 건설 프로젝트의 근본적인 특성이 언급된다. 제

조업은 생산 프로세스를 표준화한 후 반복 생산할 수 있지만, 건설산업은 큰 틀에서 유사할 뿐 용도, 규모, 형태, 생산 장소 등 각 프로젝트가 유일하다. 매년 달라지는 변화가 큰 현장 여건도 고려되어야 한다. 장기간에 걸쳐 진행되는 변동성이 큰 일회성 프로젝트라는 특징은 불확실을 키우고, 이는 높은 리스크와 낮은 수익으로 연결된다. 건설산업이 자동차산업과 같은 현대화된 산업으로 발전하지 못한 원인으로 작게 분할된 생산과정, 맞춤형 생산, 낮은 자본투자, 인허가부터 안전 및 현장관리에까지 이르는 광범위한 규제 등의 요인도 존재한다. 이러한 환경에서 사업의 리스크는 해소되지 못하고 공기 지연과 비용 증가로 이어진다.

기술 혁신을 이야기할 때, 대부분은 파괴적 혁신을 기대하지만, 건설산업뿐만 아니라 다른 어떤 산업에서도 파괴적 혁신에 따른 발전은 쉽게 이뤄지지 않는다. 기술투자의 효과는 처음 기술을 인식한 시기부터 예상보다 많은 시간이 소요되어야 나타날 수 있다. 특히 건설산업의 특성상, 기술발전은 지속적인 비용과 시간의 투자를 통한 점증적 혁신으로 진행된다고 볼 수 있다. 독일 라이프니츠 유럽경제연구센터(ZEW)의 설

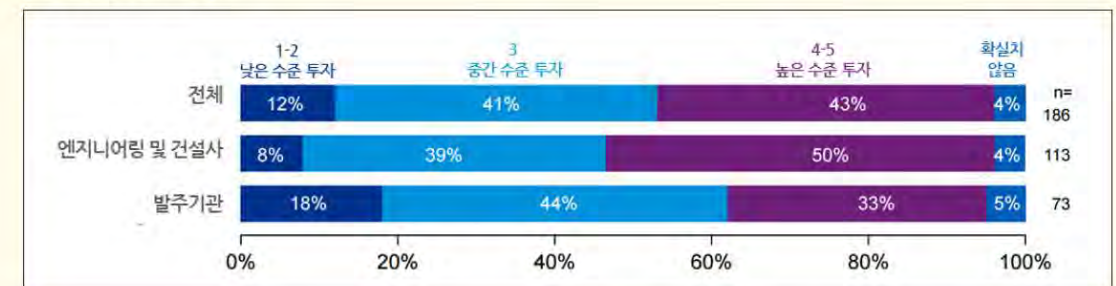
문조사⁵⁾에서 건설산업의 디지털화 속도가 느린 원인은 높은 비용 지출(62.4%)과 과도한 시간 소요(61.5%)로 응답되었다. 이런 환경에서 산업은 새로운 기술, 새로운 업무방식에 대한 투자에 보수적일 수밖에 없다.

4. 포스트 코로나 시대, 건설기술 동향

리스크는 높고 수익은 낮은 비즈니스를 운영하며, 즉각적인 효과가 보장되지 않은 기술에 지속적인 비용과 시간을 투자하기는 매우 어렵다. 하지만 현재 사회 전반에서 나타나고 있는 기술에 대한 압박은 건설산업의 기술투자도 증가시키고 있다. 186개 건설사, 엔지니어링사, 발주기관이 응답한 2021년 KPMG 설문조사에서 높은 수준의 기술투자를 계획하고 있다는 응답자는 43%, 중간 수준의 투자계획을 세운 응답자는 42%의 비중을 보였다. 기술투자 수준이 낮았던 건설기업이 변화하고 있다. 포스트 코로나 시대의 성과는 기술에 달려 있다고 받아들여진 것이다.

우리나라의 경우, 4차 산업혁명 대응과정에서 국가가 주도하는 기술투자가 시작되었다. 국토교통부는 2018년 8월 '스마트 건설기술 로드맵'

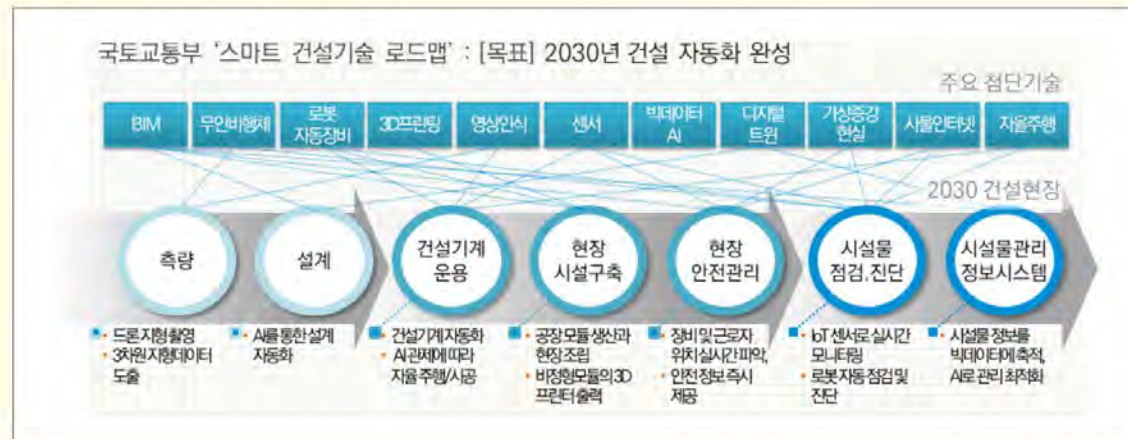
〈그림 7〉 기술투자 계획



출처: KPMG(2021.8), 'No turning back an industry ready to transcend'.

5) ZEW(2019.10), Beitrag der Digitalisierung zur Produktivität in der Baubranche, BBSR(Federal Institute for Building, Urban and Spatial Research).

〈그림 8〉 스마트 건설기술 로드맵의 핵심 개발기술



출처: 국토교통부(2018.10), '스마트 건설기술 로드맵'의 주요 내용 정리

을 발표했고, 2020년부터는 5년 9개월간 1,970억 원이 투입되는 '스마트 건설기술 개발사업'을 시작했다. 도로 건설 사업을 주 대상으로 진행 중인 이 R&D 사업은 건설 전 과정에서 생산되는 모든 정보를 디지털화하고, 이를 통해 데이터 기반 의사결정, 건설장비 자동화, 건설 단계별 분절 해소 기술 등을 확보한다.

2021년에는 국가 연구개발 100조 원 시대가 시작됐으며, 한국판 뉴딜, 탄소중립 등의 분야에 대한 R&D 투자가 강화되었다. 국토교통부 소관의 R&D 예산도 크게 증가했다. 국토교통부 R&D 예산은 2012년부터 2019년까지 연평균 2.8%로 증가해왔지만, 2020년에는 전년 대비 9.4%, 2021년에는 전년 대비 14.3% 증가했다. 추진 중인 국토교통부의 R&D는 건설 생산방식의 첨단화 및 디지털화를 이끌 것으로 기대되며, 미래차, 수소경제, 무인비행체, 스마트시티, 스마트 교통물류 등 차세대 건설 상품과 비즈니스의 등장도 촉진시킬 것으로 기대된다.

6) Deloitte(2021.10), Tech Trends 2021, Deloitte Insights.

기술 적용을 위한 정책 지원도 활발하다. 2020년 12월에는 '건설산업 BIM 기본지침'과 '2030 건축 BIM 활성화 로드맵'이 발표되었고, 2021년 11월에는 건설기술을 통한 산업 발전의 목적으로 '스마트건설기술 활성화 지침'이 마련됐다.

5. 혁신을 이끌 인재

건설산업은 인력에 대한 의존도가 높은 산업으로 인재의 확보가 중요하다. 기술은 누구나 사용할 수 있지만, 경쟁적 차이를 만드는 것은 결국 사람이다.⁶⁾ 앞으로 진행될 건설산업의 디지털화와 혁신적 변화를 고려할 때, 해당 역량을 갖춘 인재의 확보는 매우 중요해졌다.

세계경제포럼은 건설산업이 디지털 기술을 활용한 생산성 향상을 이루지 못하고 있고 혁신을 이룰 인재가 부족하다고 진단했으며, 이러한 상황 해결을 위한 건설기업들의 대응 방안을 조사한 바 있다. 이들 기업은 인재 수급 계획 수립, 보유 직원의 역량개발 강화, 다양한 인재 유인 등의 노

〈그림 9〉 건설기업의 인재 확보 방안



출처: WEF(2018.2), 'An Action Plan to solve the Industry's Talent Gap'의 사례 정리.

력을 기울이고 있었다(그림9).

건설 사업은 사업 착수 시에는 구인 어려움이 발생하고, 사업 종료 시에는 축적된 경험을 가진 인재를 지속해서 보유하기 어려운 문제를 겪는다. 이 때문에 급격한 인력 수급 차이에 대응하기 위한 계획이 중요하다. 이에 더하여 첨단 기술을 다루는 인재의 확보와 인력의 고령화 등 미래 변화에 대처하기 위한 기업의 인력 관리계획이 필요하다. 기존 직원의 잠재력을 높이고 새로운 업무를 담당할 수 있도록 재교육 체계도 정비되어야 한다.

향후 건설산업의 디지털화, 첨단기술과의 융·복합화, 자동화를 진행할 다양한 분야의 인재 확보를 위해서는 기업뿐만 아니라 산업 차원의 노력도 필요하다. 건설산업은 건설산업으로 한정된 인재에 대한 고정관념에서 벗어나 다양한 인재 풀을 구성하고, 새로운 인재의 유입을 위한 산업의 이미지 개선 방법도 고심해야 한다.

6. 기회의 장

코로나19 위기 속에서 지난해 우리나라의 경제

순위는 전 세계 10에 진입했다. 유엔무역개발회의(UNCTAD)는 한국의 국제 지위를 개발도상국에서 선진국으로 변경했다. 무디스, S&P, 피치 등 3대 국제신용평가사의 국가신용등급에서는 일본을 앞서고 있다. '2021년 블룸버그 혁신지수'에서는 세계 60개국 중 1위를 차지한 데 이어, 유엔(UN) 산하의 세계지식재산권기구(WIPO)가 발표한 '글로벌 혁신지수(GII)'에서는 스위스, 스웨덴, 미국, 영국에 이어 5위를 차지했다. 문화면에서는 K-pop과 K-drama가 활약 중이다. 코로나 위기대응 과정에서 우리나라는 선두에 자리 잡고 있다. 4차 산업혁명의 진행에서는 미국, 독일 등의 선진국을 따라잡는 Fast Follower의 위치에 있었으나, 포스트 코로나 시대는 First Mover로 이동할 것이 예상된다. 디지털화, 친환경 경제 등 포스트 코로나 시대의 구조적 전환은 시작되었다. 2022년은 혁신의 역량이 더욱 중요해지는 한 해가 될 것이며, 여기에는 건설산업도 예외가 아니다. 건설산업은 위기 이전의 기회를 포착할 순간에 왔으며, 그 열쇠는 기술에 있다.

특집 02

미래 여건 변화에 대응한 도로 투자재원 조달방안¹⁾

고용석 | 국토연구원 연구위원

1. 문제제기

그동안 지속적인 도로시설 확충의 안정적 재원조달체계로서 교통세가 매우 중요한 역할을 담당해왔다. 노후 인프라 증대, 자율주행차 등 새로운 도로교통 서비스 제공을 위해서는 안정적이고 지속가능한 재원조달체계가 매우 중요한 문제이다. 현행 교통세는 화석연료 사용량 기반의 세수체제로 인해 연비개선 및 친환경차 도입에 따라 세수 감소가 예상되고 있으며, 특히 친환경차에 대한 과세체계의 부재로 말미암아 차종 간 형평성 논란 등 우려가 제기되고 있는 실정이다. 이에 다양한 미래 여건 변화에 따른 교통세 세수의 변화 등 영향관계를 고려한 지속가능한 도로투자 재원조달체계에 대한 종합적인 검토가 필요하다. 본 연구에서는 다양한 영향관계 분석을 통해 장

기적인 재원의 추계를 바탕으로 지속가능한 도로 건설 및 유지관리 비용 조달을 위한 제도개선 방안을 마련하고자 하였다. 이를 위해 먼저 교통세 구조 파악을 통한 도로재원의 메커니즘 이해가 필요하며, 둘째는 세입과 세출의 장래 추정을 통해 지속가능한 재원조달체계를 위한 다양한 정책 대안 제시가 필요하다.

2. 미래 여건 변화와 도로투자 재원 검토

2.1 인프라 및 교통 측면의 여건 변화

해외 중장기 도로 관련 계획을 살펴보면 주로 지속가능성(Sustainability), 경제성 및 효율성(Efficiency), 안전성(Safety) 등을 주요 정책 방향으로 설정하고, 투자 방향은 효율성 및 기존 인프라의 안전 개선, 유지관리 등에 중점을 두고 있

는 것으로 파악되었다. 또한 장래 도로 부문 투자재원과 관련하여 인프라 측면에서는 노후 인프라의 증가, 교통 측면에서는 교통수요 영향 및 친환경차 보급확산 등이 주요 여건 변화일 것으로 판단된다. 현행 석유연료 기반의 내연기관 차량과 달리 친환경차는 징수 근거 및 기준이 미흡하여 세수 부과의 형평성 논란이 제기되고 있는 실정으로, 이러한 세수 감소 및 세수 형평성 측면에서 친환경차 보급 확산에 대비한 교통 재원 마련에 대한 장기적 검토가 필요한 실정이다.

2.2 도로 부문 재원 측면의 여건 변화

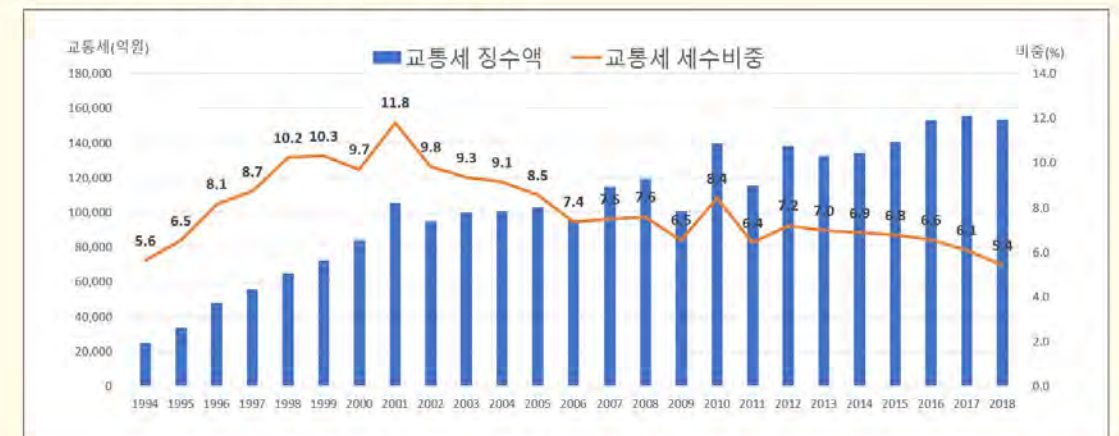
일반적으로 교통세는 자동차 운행단계에서 부과하는 유류세의 일종으로 교통·에너지·환경세를 의미하며, 교통·에너지·환경세의 73%는 교통시설특별회계로 전입되고, 나머지 25%는 환경특별회계, 2%는 균형발전특별회계로 전입된다. 교통세는 차량 유종 중 휘발유와 경유에 한하여 리터당 일정 금액을 적용하는 종량제 형태로 징수하고 있으며, 기본세율로 휘발유는 리터당 475원, 경유는 리터당 340원을 적용하고 있다. 교통세는 전체 세수 대비 비중이 2001년 11.8%

〈표 1〉 교통·에너지·환경세

세목	과세 주체	과세 대상	세율	관련 법규
교통·에너지·환경세	국세	휘발유와 이와 유사한 대체유류	리터당 475원 (탄력세율)	교통·에너지·환경세법 제2조①항 (동법시행령 제3조)
		경유 및 이와 유사한 대체유류	리터당 340원 (탄력세율)	

자료: 김주영 외(2014), p.14 참조하여 교통·에너지·환경세법 제2조 재구성, 고용석 외(2020) p.38에서 재인용

〈그림 1〉 교통·에너지·환경세 추이 및 전체 세수 대비 비중



자료: KOSIS (2020a) (2020.06.26. 검색) 재구성하여 저자 작성, 고용석 외(2020) p.38에서 재인용

1) 이 글은 「고용석, 김준기, 임현섭, 고준호, 김주영, 2020, 미래 여건 변화에 대응한 도로 건설 유지 비용 조달방안, 세종: 국토연구원」을 발췌하여 작성되었음.

〈그림 2〉 교통세의 주요 세입 세출 구조



자료: 교통식 외(2020) p.50에서 재인용

를 최고점으로 2018년 기준 현재 5.4% 수준까지 지속감소 추세를 보이고 있다.

교통세와 관련해서는 한시법으로 규정되어 2022년 일몰 폐지 예정이며, 특히 차종 간 형평성 등 세제의 제도적 형평성에 대한 문제 제기, 각 부문 간 배분비율에 대한 이슈 등 다양한 제도개선과 관련된 이슈들이 부각되고 있는 현실이다.

이 연구에서는 지속적인 도로 부문 투자의 안정적 예산확보라는 측면에서 기존 교통세 중 차종 간 형평성 문제 등에 주목하여 그 영향을 살펴보고자 한다.

3. 장래 도로 부문 투자재원 추정

3.1 시나리오 설정 및 장래 추정

도로 부문 투자 예산은 주로 교통시설특별회계의 도로계정을 통해 이루어지고 있으며 내연기관 차량의 연료소비량에 따라 부과되는 교통·에너지·환경세를 그 주요 재원 기반으로 하고 있다. 본 연구는 장래 세입에 영향을 미치는 주요 영향요인으로 친환경차 점유율, 교통세 적용세율 변

화, 교통세의 교통회계 전입률, 교통회계의 도로 계정 배분율, 차량 평균 교체주기를 고려하였으나, 이외에 차량연비, 평균주행거리, 배출가스 등 급제, 차량 배터리 가격 등의 다양한 요인이 존재할 것으로 예상된다. 도로 부문 투자소요가 정부의 재정 투자 의지 및 계획에 크게 의존하는 점을 고려하여 정부의 장래 도로투자 재원 규모를 참고한 추정치와 부문별 변동률에 대한 가정을 기반으로 시나리오를 설정하고 이를 검토하였다. 장래 추정 결과, 도로 부문의 장래 투자 계획 규모는 2021년 이후 시나리오와 관계없이 현 수준의 도로계정 재원에 대비 높은 소요를 나타냈다.

3.2 재원 추정 및 주요 시사점

장래 도로 부문 재원 확충을 위한 정책 대안으로 교통세 탄력세율의 조정, 교통세 교통회계 전입률 조정, 교통회계 도로계정 배분율 조정, 상기 정책 대안들의 병행 시행을 고려할 수 있다. 재원 확보를 위한 정책 대안 시나리오 분석 결과, 단일 정책 시행으로는 장기적인 재원확보에 어려움

〈표 2〉 정책 대안별 재원 부족 시작 시점

구분	정책 대안별 재원 부족 시작 시점				
	시나리오	a.현행 유지	b.교통세 증액	c. 교통세 교통회계 전입률 조정	d.교통회계 도로계정 배분율 조정 e. (b+c+d)
세출 영향	I. 현 계획유지	2021년	2030년	2022년	2022년
	II. 물가상승률 일괄반영	2021년	2023년	2022년	2022년
	III. 물가상승률, 유지관리비 증가	2021년	2023년	2022년	2022년

a. 현행 유지

b. 휘발유: 492원/L→590원/L, 경유: 349원/L→419원/L

c. 교통세 교통회계 전입률을 기존 수준인 80% 조정

d. 교통회계 도로계정 배분율 49% 조정

e. b, c, d 대안 병행 반영

I. 2024년 재정규모소요 기준(2020~2024 재정운용계획 기준)

II. 최근 5개년(2015~2019)의 연평균 평균 소비자 물가지수 상승률 반영(1.2%)

III. 유지관리비의 경우 물가상승률의 2배 가정(2.4%)

자료: 교통식 외(2020) p.80에서 재인용

이 존재하는데, 현 제도상의 재원 확보방안들을 병행하여 반영한다면 최대 2031 ~ 2038년까지 재원확보가 가능할 것으로 분석되었다. 친환경 차량의 장기적인 보급 확산에 따라 시기 차이가 있을 수 있으나 교통세 기반의 재원확보는 장기적으로 어려움이 존재할 것으로 예상된다.

4. 교통투자재원 해외동향 및 인식조사

4.1. 주행거리 기반 교통세 해외동향 및 주요 쟁점
자동차 주행거리세(Vehicle Miles Traveled Tax, VMT Tax)는 차량에 부과하는 세금을 일정 기간 동안에 해당 차량이 운행된 거리에 비례하여 책정하는 방식을 의미한다. 자동차 주행거리세는 미국과 유럽 일부 지역에서 시범사업을 추진함과 동시에 해당 정책의 구체화 방안을 지속적으로 모색하는 중이다. 운영방식은 GPS 차량

부착 방식, 자가 보고(Self-reporting) 방식, 차량 보험사 관리 방식 등이 있다. 기대효과로는 ① 거시적 관점에서 유류세보다 더 합리적으로 많은 재정의 확보 가능 ② 실제 차량이용 행태를 기반으로 합리적인 세금 징수 가능 ③ 차량 통행 감소와 이에 따른 긍정적 파생 효과 기대 ④ 운전자 통행 행태의 효율적 변화 등이 있다. 주요 쟁점으로 사생활 침해, 초기 투자비용 등 금전적 문제, 적용 시 상당한 시간이 소요된다는 점, 사회적 형평성 이슈와 대중적 합의도출의 수용성 측면 등 다양한 문제 제기에 노출될 수 있다.

4.2 주행거리 기반의 교통세 도입에 대한 국민 인식 조사

유류 사용량에 기반하여 부과되어 온 기존의 세수체계로는 지속가능한 도로투자 재원을 마련

할 수 없어 최근 국내·외에서 활발히 논의되어 오고 있는 차량의 주행거리에 기반하여 교통세를 부과하는 방안에 대한 국민의 인식을 조사하였다. 본 조사는 새로운 교통세 도입에 대한 국민의 선호도와 찬성과 반대의 주요 이유 등을 파악하여 제도 도입의 근거 및 제도 설계 시 고려해야 하는 주요 쟁점 등을 파악하는 데 그 목적이 있다. 만 20세 이상의 국민을 대상으로 2020년 9월 21일 ~ 10월 9일까지 약 2주간 온라인으로 설문조사를 수행하여 975개의 유효 샘플을 확보하였다. 조사 지역은 전국이며, 현재 교통세 체계를 변경하는 것에 대하여 영향을 많이 받을 것으로 예상되는 그룹(하이브리드차, 플러그인 하이브리드차, 전기차, 수소차, 화물차)에 대해서는 오버샘플링 기법을 적용하여 유효한 표본을 확보하고자 하였다. 설문응답자들이 현행 교통세 및 주행거리에 비례한 교통세에 대해 충분히 내용을 인지하고 질문에 응할 수 있도록 일정 시간 동안 교통세 설명 부문을 읽어야만 다음 단계로 진행 할 수 있도록 온라인 설문을 구성하였다.

이 연구에서는 순서화 로짓모형(ordered logit model)을 활용하여 차량을 운행 주행거리만큼 교통세를 부과하는 것에 대한 국민의 인식에 영향을 주는 요인들을 분석하고 시사점을 도출하였다. 주행거리를 기반으로 교통세를 부과하는 것에 대해 얼마나 동의하는지를 4점 척도(절대 반대, 반대, 찬성, 매우 찬성)로 조사하였으며, 추가로 현재 유류의 교통세 부과 방식은 유지하고 전기·수소에 교통세를 부과하는 방안에 대해서도 인식을 조사하였다. 이러한 새로운 교통세 도입이 친환경차(플러그인 하이브리드, 전기차, 수소차) 구입에 미치

는 영향을 조사하였다.

조사 결과, 응답자의 과반수 이상이 주행거리 기반의 교통세(찬성:반대=71:29)와 충전량에 따라 교통세를 부과하는 방식(찬성:반대=67:33)에 대해 찬성하는 것으로 나타나 새로운 제도 도입에 대한 선호 경향을 확인하였다. 현재 친환경차(플러그인 하이브리드, 전기차, 수소차)를 소유한 설문응답자만을 대상으로 살펴보면 찬성 비율은 9%p~26%p 감소하는 것으로 나타나 새로운 교통세를 전면적으로 도입하는 것보다는 단계적으로 도입하는 접근이 필요할 것으로 판단된다. 특히 새로운 교통세를 설계할 때에는 친환경차의 보급 확산을 저해하지 않도록 정책적 고려를 할 필요가 있다.

5. 주행거리 기반 교통세 도입의 정책과제

주행거리 기반 교통세라는 새로운 제도의 성공적 도입을 위해서는 정확성, 투명성, 수용성의 기본원칙 아래 다음의 다양한 정책과제에 대한 검토가 필요하다.

5.1 적정 세율 책정

한국 여건에 맞는 단위 거리당 적정 세율 책정은 성공적인 제도 안착을 위한 첫 번째 과제로 주행거리 기반 교통세 책정과 관련된 광범위한 연구가 선행되어야 한다. 국내 차량 운전자를 대상으로 다양한 설문조사를 실시해 새로운 과세체계에 대한 대중의 기호를 우선으로 파악하고, 그 결과를 바탕으로 향후 홍보 전략을 수립해야 한다. 주행거리 기반 교통세 제도를 성공적으로 안착시킨 해외사례, 또는 주요 연구 결과를 참고하고 이러한 일련의 과정은 국가 연구과제, 또는 시범사업(pilot project)

등을 통해 보다 전략적이고 체계적으로 추진될 수 있을 것이다. 또한 주행거리에 비례해 차량 보험료를 지급하는 시스템을 먼저 도입하여 운전자와 시장의 반응을 살펴볼 수 있을 것이다. 새로운 세율의 산출을 위한 기본 지침으로 단위 거리당 주행세의 기본 요금을 산출한 뒤(예를 들면, 단위 거리당 주행세 = 연평균 유류세 / 연평균 주행거리) 차량 운행자를 운행거리, 차종 등을 토대로 다양한 급간으로 구분하여 각 계층에 맞는 요금을 설정하는 것이 필요하다. 아울러 현실의 불확실성을 고려해 앞서 산출된 요금에 변동률(예를 들어 $\pm 10\sim 20\%$)을 적용한 주행세율을 바탕으로 다양한 시나리오 분석을 수행하여야 하며, 자동차 시장의 성장 전망치를 토대로 향후 안정적 재원 확보 마련을 위한 주행세율의 최소 기준치를 설정할 필요가 있다.

5.2 통계에 기반한 정확한 정보 전달

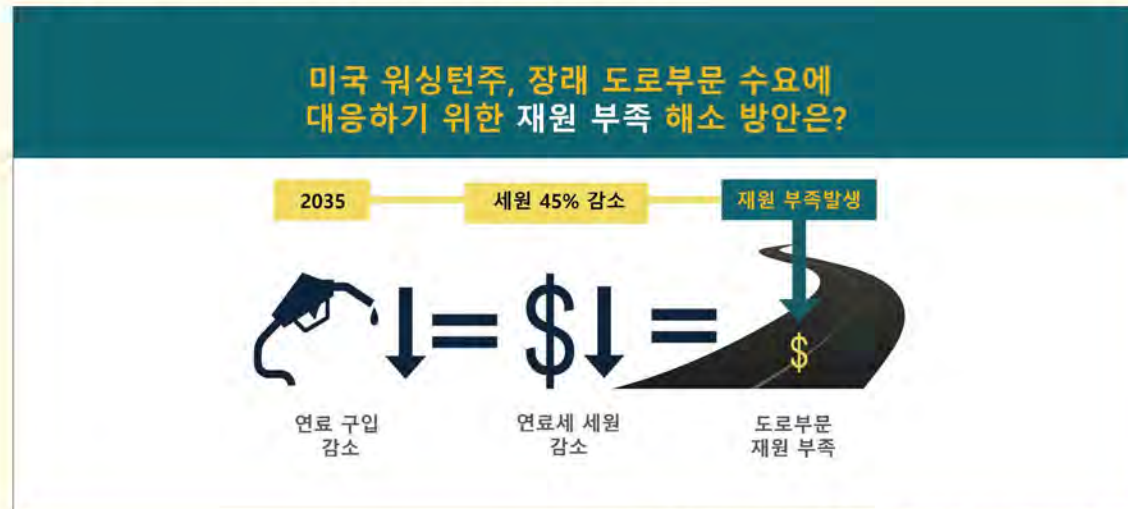
잘못된 정보는 주행거리 기반 교통세 도입의 반대 여론에 힘을 더하게 된다. 해외의 많은 사례에서 본 것처럼, 차량 이용자 중 상당수는 과장된 수치(기존 유류세 대비 높은 세금 부담)와 잘못된 주행세 부과 방식 등의 정보를 접하게 된다. 특히 교외 지역 거주자, 차량 운수업 종사자, 장거리 통행자 등은 이러한 정보로 인해 주행거리 기반 교통세 도입에 큰 반감을 가지게 된다. 따라서 구체적인 정보에 근거한 올바른 정보 제공과 이를 활용한 홍보 활동은 반드시 수반되어야 한다. 정책 결정자, 차량 보험회사, 관련 정부기관, 소비자 등 다양한 이해당사자를 대상으로 한 교육과 홍보를 실시하여야 한다. 주행거리 기반 교통세

도입의 근본적인 목적(향후 안정적 재원 확보, 친환경차량 운전자를 고려한 균등한 책임 분담, 교통혼잡 완화, 사고 비용 감소, 환경오염 개선 등)을 적극적으로 강조할 필요가 있다. 또한 운전자를 대상으로 한 맞춤형 홍보 전략 수립이 요구된다. 특히, ① 주행거리 기반 교통세 도입으로 인해 세금 절감 혜택을 보는 운전자 수의 비중이 그렇지 못한 그룹에 비해 매우 높다는 점 ② 장거리 운전자의 경우, 차량 혼잡 완화와 교통사고 절감 효과의 가장 큰 수혜 계층이라는 점 ③ 단거리 운전자를 위한 맞춤형 세금 절감 효과 산출 및 제공 등이 구체적인 전략으로 활용될 수 있다.

5.3 정확한 주행거리 자료 수집

주행거리 기반 교통세는 전적으로 차량의 주행거리 정보에 의지하는 시스템이다. 운전자가 스스로 주행거리를 보고하는 방식(self-reported data)은 신뢰성 측면에서 다소 문제의 소지가 있기 때문에 이를 검증할 수 있는 업체, 또는 기관이 필수적으로 참여해 주행거리 기반 교통세 추정 과정의 투명성을 확보해야 한다. 주행거리 자료는 다양한 방법을 통해 수집할 수 있을 것이다. 가장 저렴한 방법은 운전자가 차량 주행거리 기록을 스스로 보고하는 방식으로 차량에 별도의 추가 장비를 부착할 필요가 없다. 운전자가 보고한 정보의 교차 검증을 위해서 주유소, 또는 차량 정비소의 시스템과 연계할 수 있을 것이다. 가장 일반적인 방식은 개별 차량에 GPS를 부착해 주행거리, 구간 정보, 통행 시간 등을 모두 기록하고 이를 제공받는 방식일 것이다. 그러나 비용 및 유지관리 측면에서 재정적·행정적 부담이 큰 대

〈그림 3〉 Washington Road Usage Charge (RUC) 도입을 위한 홍보 자료 예시



자료: WA RUC (2020) (2020.06.30. 검색), 고용석 외(2020) p.97에서 재인용

안이라 할 수 있다. 두 가지 방안의 절충안으로는 차량 운행 및 정비와 관련된 민간 기업(차량 정비소, 보험 회사)과의 연계를 통해 차량 주행거리 기록계를 정기적으로 확인하고 정보를 시스템에 업로드하는 방식이다. 이는 유지·관리 비용을 최소화하고 효율은 높일 수 있다는 장점이 있다.

5.4 참여 유도를 위한 인센티브 방안 마련

기존의 유류세 정책을 대체하는 조세 정책을 새롭게 도입한다는 점에서 관련 기관 및 시장 참여는 미온적일 것으로 예상된다. 이를 극복하기 위해 주행거리 기반 교통세 도입에 적극적으로 참여하는 지자체, 또는 관련 기관에 다양한 인센티브를 부여할 필요가 있다. 주행거리 기반 교통세 징수 시스템 구축에 투입되는 비용의 일부 보전 및 관련 정책 우선 지원 등은 각 지자체의 능동적인 참여를 이끌어낼 수 있다. 민간 영역 부문에서는 시장 선

점을 통한 성장 가능성을 홍보함과 동시에 초기 참여 업체에 대해서는 세금 혜택 등의 인센티브를 제공하는 것도 방법이다.

6. 결론 및 요약

미래 여건 변화에 따른 도로 투자자원의 영향관계를 고려하여 장기적인 추세를 전망하고 지속가능한 도로건설 유지비용의 조달방안을 모색하고자 하였으며, 특히 안정적 투자 자원확보 측면에서 기존 교통세의 차종 간 형평성 문제를 해결하는 것이 매우 중요하다는 것을 강조하였다. 장래 도로 부문의 자원확보에 관한 장기추세 추정 결과, 현 교통세 제도 기반하에서는 2021년부터 안정적 자원 마련을 위한 별도의 정책적 고려가 필요한 것으로 분석되었으며, 정책 시행 대안에 따라 자원 부족 시점을 최대 2030년경까지 유보시킬 수 있을 것으로 분석되었다.

이에 따라 안정적이고 지속가능한 도로 부문 자원조달을 위해서는 친환경차에 대한 주행세 또는 교통세 도입 등 새로운 자원조달체계 마련이 필요할 것이나 계층별 수용성 등을 고려한 단계적 도입이 필요할 것으로 판단된다. 또한 주행거리 기반 교통세 도입을 위한 다양한 중장기 정책과 제에 대한 제시를 통해 보다 면밀한 제도설계의 필요성과 장기적인 로드맵 제시가 필요하다. 🇰🇷

참고 문헌

- 고용석, 김준기, 임현섭, 고준호, 김주영, 2020, 미래 여건 변화에 대응한 도로 건설 유지 비용 조달방안, 세종: 국토연구원.
- 김주영, 박인기, 감지혜, 2014, 교통 투자자원의 지속성 확보방안: 교통세 개편을 중심으로, 세종: 한국교통연구원, p.14
- 교통·에너지·환경세법, 2019.08.27., 법률 제16840호
- KOSIS, 2020a, 연도별·세목별 세수 실적(1981~)http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=133&tblId=TX_13301_A075&conn_path=3 (2020.06.26. 검색)
- WA RUC, 2020, https://waroadusagecharge.org/ (2020.06.30. 검색)
- 국토연구원, 교통세에 대한 인식조사. 전국 만 20세 이상 국민 대상, 2020.9.21.-10.9. 온라인 설문조사.

특집 03

4차 산업혁명과 미래도로 교량

김홍배 | 한국도로공사 ICT융합연구실 연구실장

도로 환경 변화

4차 산업혁명의 핵심기술인 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 로봇, 3D 프린팅, 빅데이터(Big Data), 인공지능(Artificial Intelligence)의 적용이 확산됨에 따라 모든 산업분야에 근본적인 변화를 불러일으키고 있으며, 연관된 신산업 분야도 창출되고 있다. 도로 분야에서는 이들 핵심기술과 함께 넓은 범주에서 4차 산업혁명의 핵심수단 중 하나로 일컬어지는 전기자동차의 보급이 급격하게 확대되고 있으며, 자율주행차도 가까운 시일 내에 상용화가 될 것으로 예상되고 있다. 이들 첨단 기술은 도로의 건설, 운용 및 시설물 관리에 혁신적인 변화를 초래할 것이다.

도로를 포함한 건설산업 분야에서는 4차 산업혁명 첨단기술과 함께 3차원 건설정보모델링 기법인 BIM(Building Information Modeling)이 융합된 디지털트윈(Digital Twin)을 통해 생산성과

효율성 향상 등을 도모하기 위한 노력이 활발하게 진행되고 있다. 국토교통부도 건설 산업에 BIM, 드론(Drone), IoT, 빅데이터 등의 첨단기술 융합을 통해 건설 산업의 패러다임을 변화하기 위한 스마트건설 기술 활성화 로드맵을 2018년에 발표하였으며 대형 국가연구과제가 현재 수행 중이다. 또한 도로의 관리주체들도 첨단 기술을 활용해 건설과 유지관리 효율성 향상을 위한 노력을 기울이고 있다. 첨단 기술의 융합은 도로 시설물 중 가장 고도의 기술력과 유지관리가 필요한 교량의 생애주기 전 단계에 걸쳐 활발하게 도입되고 있다.

건설 기술 혁신

3차원 시각화 모델을 활용하여 각종 시설물의 설계-건설-유지관리에 걸친 전주기의 각종 데이터를 생성 및 관리하고, 프로젝트 참여자 사이의 공유를 통해 생산성 향상을 위한 3차원 BIM 기술이

3차원 BIM의 확대 적용에 따라 대부분의 신설 교량에는 설계 및 건설 정보가 담긴 디지털트윈(Digital Twin)이 만들어질 것

디지털트윈은 유지관리 단계로 이관되어 교량의 점검, 보수, 보강 등의 정보를 지속적으로 축적하고 관리하기 위한 교량유지관리시스템으로 활용될 것

다양하게 개발 및 적용되고 있다. 건축물 및 플랜트 건설 분야에서 시작되어 다양한 건설 산업 분야로 확대 적용 중인 3차원 BIM은 건설 산업의 미래에 가장 큰 영향을 미칠 기술로 꼽히고 있으며, 정부의 방침에 따라 일정 규모이상의 공공공사에는 적용이 의무화되었다.

도로 건설 분야에서는 입체 구조물인 교량에 3차원 BIM의 적용이 가장 활발하게 이루어지고 있다. BIM 모델을 이용하여 각종 부재의 시공과 장비의 작업성을 사전에 시뮬레이션해보고, 사물인터넷 기술을 활용하여 현장에서 측정된 데이터와 각종 정보를 모델에 반영하여 건설을 관리하는 것이 미래 교량 건설의 한 모습이 될 것이다.

3차원 BIM의 확대 적용에 따라 대부분의 신설 교량에는 설계 및 건설 정보가 담긴 디지털트윈(Digital Twin)이 만들어질 것이다. 디지털트윈은 유지관리 단계로 이관되어 교량의 점검, 보수, 보강 등의 정보를 지속적으로 축적하고 관리하기 위한 교량유지관리시스템으로 활용될

것이다.

3차원 설계데이터를 활용하여 소형 구조체나 부품, 실물 모형을 적층으로 만들어 내는 3D 프린팅 기술도 건설산업분야에서 주목하는 4차 산업혁명 기술 중의 하나이다. 합성수지, 고무, 고분자 물질 등이 3D 프린팅의 재료로 주로 활용되지만, 콘크리트와 같은 기존의 건설재료를 활용한 3D 프린팅 건설 관련 연구개발이 우리나라뿐만 아니라 기술 선진국을 중심으로 다양하게 수행되고 있다. 스페인, 중국, 미국 등에서는 3D 프린팅을 이용하여 소형 콘크리트교량을 이미 건설하였으며, 네덜란드에서는 2018년에 강재 교량을 건설하였다. 3D 프린팅 기술을 활용하면 기존 건설 기술로는 구현하기 어려웠던 다양한 형상을 보다 용이하게 건설할 수 있으며, 구조적으로 최적화된 형상을 구현할 수 있다. 향후 건설에 적합한 재료의 개발과 응용이 활성화되고 프린팅 장비의 대형화와 비용의 문제가 해결되면 보다 폭 넓게 교량 건설에 활용할 수 있을 것이다.

교량의 스마트화

교량의 손상이나 결함은 차량 주행과 이용자의 안전에 큰 영향을 주므로 각 도로관리 주체는 시설물의 유지관리 관련 법률과 시행령, 지침 등에 따라 정기적으로 교량의 상태를 점검하고 있다. 그러나 손상을 적절한 시기에 인지하지 못하는 경우도 있으며, 점검이나 보수를 위해 교량의 통행을 전면 차단해야 하는 경우도 종종 발생한다.

스마트 교량(Smart Bridge)은 유무선 센서, 통신, 네트워크 등의 사물 인터넷(IoT) 기술과 인공지능 등을 이용하여 교량의 상태와 건전도에 대한 정보를 자동으로 측정하고 예측해서 도로관리자나 주행 차량에 관련 정보를 전달할 수 있는 교량을 일반적으로 의미한다. 또한 구조적인 문제가 발생하는 경우 스스로 감지하고, 균열을 스스로 보수할 수 있는 자기치유형(Self-healing) 콘크리트나 도장과 같은 스마트 재료도 스마트 교량의 주요 요소가 될 것이다.

독일에서는 디지털 고속도로 프로젝트의 일환으로 Intelligente Brücke (Smart Bridge) 관련 연구 개발이 진행되고 있으며, 2016년도에 첫 번째 실증교량이 건설되어 운영되고 있다. 미국에서는 연방도로청 (FHWA), 주도로국 (DOT) 등에서 일반 교량의 노후화 및 열화가 급증함에 따라 IoT, AI를 활용한 시설물 관리에 대한 조사 연구 수행 중이며, 관련업계에서도 IoT 기반 센서 등의 스마트 교량 관련 솔루션을 제공하고 있다.

센서와 정보통신기술을 이용한 국내의 교량 관리는 20여 년 전부터 장대 케이블교량을 중심으로 시작되었다. 서해대교, 영종대교, 이순신대교와 같은 주요 케이블 교량에는 100여 개 내외의 센서

와 데이터 처리 및 분석 시스템으로 구성된 구조물건전도계측시스템(Structural Health Monitoring System)을 설치하여 케이블이 받는 힘과 같은 교량의 건전도 관련 값들을 실시간으로 측정하고 있다. 서해대교 계측시스템은 2015년 낙뢰로 인한 화재 사고 전후에 교량의 구조적 상태와 케이블 파단에 따른 구조계의 변화를 실시간으로 파악할 수 있게 해주었다. 홍콩, 중국, 미국, 유럽도 수백 개의 센서로 구성된 계측시스템이 주요 교량에 운영되고 있다.

올해부터는 IoT 계측기기, 클라우드 등을 활용해서 국도의 위험교량 안전 및 성능을 확인하고 유지관리에 활용하기 위한 관리체계 구축과 실험교량 계측시스템 설치 사업이 시작되었다. 고속도로 교량에도 유사한 노후 교량 모니터링 시스템이 운영되고 있다.

미래의 자율주행차 기반 도로네트워크에서는 교량의 건전도 관련 정보를 도로관리자 뿐만 아니라 V2I(Vehicle to Infrastructure)를 통해 차량에 실시간으로 전달할 수 있는 스마트교량이 보다 광범위하게 요구될 것이다. 또한 노면 결빙 및 마찰계수, 강풍과 같이 자율주행차량의 주행 조건에 큰 영향을 주는 교량상의 환경적인 요소들도 측정되어 전달하여야 한다. 이를 위해서는 하나의 센서로 다양한 정보를 수집할 수 있는 IoT 기반 저비용 다기능 센서, 소요되는 전원을 스스로 공급할 수 있는 에너지 자립형 센서 등이 개발되어야 한다. 또한 센서에서 측정된 다양한 정보를 수집, 분석하고 유의미한 정보를 빠른 시간 내에 도출하기 위한 빅데이터, 인공지능 기술도 접목되어야 한다.

미래 도로 교량의 설계, 건설, 유지관리에 관련된 모든 정보는 디지털트윈과 연계되어 지속적으로 관리될 것

앞으로 교량의 스마트화는 자율주행자동차가 운행하는 미래도로의 안전성 및 사용성 확보에 크게 기여할 것

교량의 스마트 유지관리

현재 국내에는 21,000여 개의 도로교가 있으며, 향후 10년 이내에 절반 이상의 교량이 30년 이상의 노후시설물로 분류될 것이다. 이들 노후 교량의 안전성과 사용성(Serviceability)을 확보하기 위해서는 지속적인 점검과 유지관리가 필수적이다. 현재는 교량기술자가 구조물에 최대한 접근해서 육안관측이나 비파괴시험을 수행한 후 이상 유무를 점검하고 있다. 그러나 교량 내부의 협소한 부위나 고소 교량 같은 경우에는 접근이 어려워 실질적인 점검과 유지관리가 이루어지지 않는 경우도 있다.

교량의 유지관리의 효율성 제고에도 4차 산업혁명의 첨단 기술이 활용되고 있으며, 더욱 확대될 것이다. 디지털 카메라, 열화상 카메라, 비파괴 검사장비 등을 탑재한 자율주행 드론이나 로봇을 활용하여 접근이 어려운 부위의 점검과 손상을 조사하고, AI를 적용하여 식별하는 기술이

다양하게 개발되고 있다. 특히 인텔(Intel)과 같은 글로벌 업체들도 관심을 갖고 자율주행 드론을 이용한 교량 점검 기술을 개발하고 있어, 배터리 용량 제한 등의 기술적인 문제가 해결되면 교량의 유지관리 현장에 폭 넓게 활용될 것이다.

결어

미래의 도로 교량은 4차 산업혁명 기술과의 융합을 통해 스마트 교량으로 진화할 것이며, 건설 및 유지관리의 생산성과 효율성도 크게 향상될 것이다. 스마트 교량은 손상, 노면상태 등을 스스로 인식하고, 차량이나 관리자한테 정보를 실시간으로 전달할 수 있는 기능을 갖게 된다. 미래 도로 교량의 설계, 건설, 유지관리에 관련된 모든 정보는 디지털트윈과 연계되어 지속적으로 관리될 것이다. 앞으로 교량의 스마트화는 자율주행자동차가 운행하는 미래도로의 안전성 및 사용성 확보에 크게 기여할 것이다. 🇰🇷

서울시 교량의 성능중심 유지관리 기술

특집 04

이기세 | 서울기술연구원 연구위원

1. 기반시설과 발전

불과 수년전 공상 영화 속에 나올법했던 인공지능, 드론, 데이터 분석 등의 기술들은 이제 네 번째 산업혁명으로 불릴 만큼 우리의 삶을 급속도로 변화시키고 있다. 이들은 대부분 정보통신(IT)기술로 분류되지만, 분야를 넘나들며 다양한 산업에 적용되어 실무뿐 아니라 학문에서도 분야의 경계를 허물고 있다.

그럼에도 불구하고 발전된 도시의 이미지는 여전히 높은 빌딩이나 화려한 교량, 복잡한 도로 등으로 대변되곤 한다. 사실상 과거 발전의 원동력은 기반시설물의 건설과 이 사이를 넘나드는 도로시설물이었기 때문이다. 그러나 일반적으로 상상할 수 있는 선진도시의 기반시설물은 사실 그 역사가 길지 않다. 초고층 건물이나 케이블리지 교량

등은 20세기 중반 이후에나 등장하기 시작하였기 때문에 이제 약 50년 정도 된 셈이다. 이들은 그 기간 동안 충실히 역할을 수행하였고 국가의 경제 발전에 크게 기여하였다.

하지만 발전을 주도적으로 이끌었던 선진국들은 이제 수많은 기반시설물들을 안전하고 오래 사용해야 하는 문제에 부딪혔다. 수십 년에 불과한 발전은 전체 역사에 비해 그리 긴 시간은 아니지만, 현대에 들어 집중적으로 건설된 기반시설물들은 사용 연한이 유한하기 때문에 갖가지 문제점이 발견되기 시작했다.

구조물의 이상은 단순한 편의성 문제 이상의 의미를 지닌다. 각종 시설물의 붕괴는 재산 피해를 넘어 다수의 인명피해가 유발되는 재난이 발생할 수 있기 때문에 면밀히 관리되어야 한다. 붕괴와 같

〈그림 1〉 20세기 이후 각종 도로 시설물 붕괴 사건



이 극단적인 사고가 아니라 하더라도 이동이나 주거에 제약이 생기면 이로 인한 직간접적 피해는 막대하다. 서울시는 90년대 말 당산철교 공사로 인한 해당구간 지하철 운행 중단으로 피해를 겪어본 바 있으며, 최근에도 양화대교, 성산대교 등 중장기 교량 공사로 인한 교통체증이 유발되는 불편을 겪었다.

2. 노후화시설, 성능중심 관리 필요

우리보다 20~30년 정도 발전이 앞선 미국이나 일본 등은 지금 다양한 문제를 겪고 있으며 시설물 관리대책 마련 문제를 매우 심각하게 받아들이고 있다. 그러나 주로 건설에 치중했던 과거의 발전 방식은 이를 단숨에 해결할 수 없을 것으로 보인다. 우리나라는 한국전쟁을 겪으면서 다른 선진국들에 비해 발전이 다소 늦었기 때문에 자각이 늦을 뿐, 타국의 선례를 타산지석으로 삼아야 할 것이다.

〈그림 2〉 2019 서울시 교량 사용연한



2021년 현재 약 600개에 이르는 서울시 교량의 40% 정도가 노후화 구조물로 분류된다. 이러한 추세라면 2035년에는 500여 개의 교량이 노후화 문제를 겪을 것으로 예상된다. 여기서 노후화는 통상적으로 사용연한 30년을 기준으로 삼는다. 시설물은 준공과 동시에 열화가 진행되므로 사용연한이 길수록 문제가 발생

할 가능성이 높은 것은 사실이다. 그러나 구조물의 수명은 시공품질 뿐 아니라 구조물의 특성이나 환경조건, 관리의 품질에 따라 달라질 수 있기 때문에 모든 구조물에 동일한 사용연한을 노후화 기준으로 적용하는 것이 타당하지 않을 수 있다. 실제로 비용분석을 통해 산정된 교량의 수명은 약 70~80년 정도라는 연구 결과도 있다. 그렇다면 30년은 실제 수명의 절반에도 못 미치는 기준이 된다. 결국 사용연한은 다양한 구조적 특성을 반영하지 못하거나, 실제 수명에 비추어보았을 때 노후화에 대한 타당한 근거가 되기 어렵다는 결론에 이른다. 그렇다면 유지관리에서 어떠한 기준이 중요해지는지 다시 한 번 생각해 봐야할 필요가 있다.

도로시설물의 유지관리는 크게 안전성과 사용성을 유지하기 위해 실시한다. 여기서 사용성(Serviceability)이란 주로 사용자의 인지에 따라 결정된다. 교량의 경우에는 이를 확보하기 위한 기준이 마땅하지 않을뿐더러, 사용성에 영향을 미칠 정도로 과도한 처짐이나 진동이 발생하는 경우는 드물다. 따라서 교량의 유지관리는 대부분 안전성 확보를 위해 수행된다. 구조물이 안전하게 외력을 유지할 수 있는 성능을 발휘하도록 적절한 조치를 취하는 것이 유지관리의 핵심이다. 따라서 교량의 유지관리는 사용 연한보다는 구조물의 성능에 초점을 두고 수행되는 것이 적절하다.

3. 구조물 상태 평가 - 형상 추정

성능중심 유지관리의 필요성은 사실 많은 연구자들이 주장해 왔다. 그러나 사실상 구조물 전체의 성능을 대표하는 단일 지표를 설정하는 것은 쉽지

않다. 공용내하력 평가가 가장 일반적인 방법이라 할 수 있으나, 취약부를 판별하거나 열화의 근거를 찾아내는 수단이 되기는 어렵다. 따라서 전반적인 검토가 가능한 별도의 대안이 필요하다.

구조해석의 목적은 외력에 대한 부재들의 내력을 산정하는데 있으나, 내력은 구조물의 변형으로부터 계산된다. 따라서 구조물의 변형을 도출하는 것이 구조해석의 목표가 되는 셈이다.

실제 구조물의 경우, 변형은 계측으로부터 얻어질 수 있다. 다시 말해, 계측된 구조물의 응답 자체가 구조해석의 결과물로 사용될 수 있다. 따라서 모든 점의 변형을 계측하면 구조물의 상태를 완전히 파악할 수 있는 것이다. 그러나 실제 구조물에서는 매우 제한적인 수의 측정에서만 계측이 이루어지기 때문에 이를 보완하기 위한 방법이 필요하다. 서울기술연구원에서는 상태평가의 첫걸음으로, 이러한 물리량을 계측하고 이를 이용하여 대상 구조물 전체의 형상을 추정할 수 있는 방안을 제시하였다. 여기에 사용된 응답 물리량은 변위, 변형률, 처짐각으로, 이들로써 측정 시점의 구조물 처짐 형상을 추정할 수 있게 된다.

4. 구조물 응답 계측

계측 분야는 실로 빠른 속도로 발전하였다. 구조물 응답계측을 위한 사용제품은 시중에서 쉽게 구할 수 있다. 사용자는 그 중 목적에 맞는 제품을 선택하여 구매하면 된다.

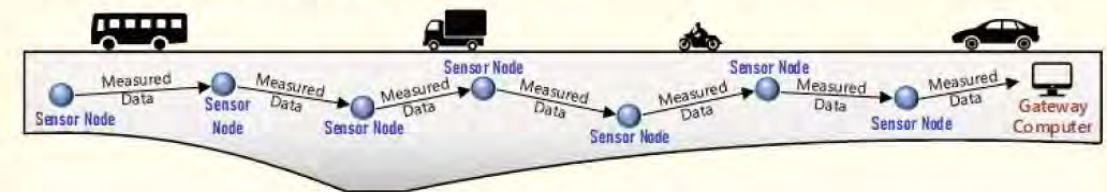
교량의 계측에서 첫 번째로 생각하여야 할 문제는 계측 값의 정밀도라 할 수 있다. 변형률과 경사계의 경우에는 시중에서 고정밀 기기를 저렴한 가격에 구할 수 있다. 반면 변위의 경우 형상추

정을 위한 계측기를 선정하는데 어려움이 있다. 비교적 구하기 쉬운 변위계로 LVDT나 신축계(Extensometer), 줄변위계 등이 있는데, 이들은 고정점과 측정점의 상대변위를 이용하는 방법으로 교량 상부구조의 수직 처짐을 계측하는 것은 거의 불가능하다. GNSS를 활용하는 것이 가장 효율적인 방법인데, 이는 매우 고가의 장비이며, 일반적으로 2~3cm정도의 계측 오차를 보이게 된다. 그러나 중소규모 교량의 경우 최대-최소 처짐의 차이가 수cm 정도로 작기 때문에, 일반적인 GNSS 장비로는 계측이 어렵다. 서울기술연구원에서는 이를 보완하기 위하여 후처리

를 통해 수직 처짐 계측 정밀도를 $\pm 2\text{mm}$ 까지 개선하는 연구를 수행한 바 있다.

교량 계측에서 두 번째로 생각할 문제는 전력공급과 측정 데이터 전송 방안이다. 예컨대, 한강 교량의 경우 1km가 넘는 연장을 가지고 있으며, 필요한 측정에서 계측을 위해 유선으로 센서를 배치할 경우 배선 공사에만 매우 큰 예산이 소요되게 된다. 이를 해결하기 위해서는 무선 센서망을 구축하여야 하는데, 1km에 달하는 일직선 형태(Linear Topology)의 센서망에서는 가장 먼 곳의 센서와 현장 컴퓨터 간의 데이터 전송 문제가 발생하게 된다. 이를 위해서는 현장

〈그림 3〉 교량 상시 계측을 위한 센서 배치 예시(Linear Topology)



〈그림 4〉 게이트웨이



〈그림 5〉 센서노드



〈그림 6〉 계측기 실내 검증



컴퓨터를 여러대 배치하거나, 노드가 직접 서버와 통신하거나, 센서들이 서로 통신하여 현장 컴퓨터까지 측정 데이터를 전달해 주어야 한다. 현장 컴퓨터를 여러대 배치하는 것은 비용상 문제가 있을 뿐 아니라 상시전원 공급의 문제가 발생하므로 적용이 어렵다. 노드가 서버와 직접 통신하는 경우에도 통신 전력을 위하여 상당히 큰 배터리를 적용해야 할뿐더러, 각 센서 노드마다 부담해야 할 통신료 또한 경제적 부담이 될 수 있다. 따라서 노드간 데이터 통신을 통해 현장 컴퓨터에 측정 데이터를 수집하고 이를 서버로 전송하는 것이 가장 효율적인 방법이 된다. 이렇게 근거리 통신을 기반으로 센서망을 구축할 경우, 저전력 설계가 가능하여 소량의 배터리로도 장기간 계측이 가능해진다. 그러나 시중에서 구할 수 있는 무선 센서들은 가격이 매우 비싸뿐만 아니라 데이터의 수신이 가능한 제품을 찾아볼 수 없다.

서울기술연구원에서는 이러한 단점을 보완, 해결하기 위하여 교량 계측용 모니터링 시스템을 설계하고 이를 구성하는 저전력·고성능 센서 노드 및 게이트웨이(제어관리 컴퓨터)를 자체 개발하였다. 각 센서 노드는 센서들의 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환하고 샘플링하는 데이터 로거 기능과, 인근 센서노드에 무선으로 계측데이터와 제어정보를 송수신하는 통신기능을 갖는다. 센서 노드는 최대 100m의 무선 통신거리를 지니며, 배터리팩으로 전력을 공급받아 1시간 1회 측정 기준 최대 18~24개월 상시 모니터링에 활용될 수 있다. 센서노드의 데이터 로거 기능은 실내시험으로 통신 기능은 실외시험으로 검증되었으며, 그 결과는 상용 데이터로거 및 이론값과 거의 일치하였다.

5. 계측 모니터링과 형상추정

개발된 모니터링 시스템은 현재 한강 교량에 적용되었으며, GNSS 6기, 변형률계 및 경사계 40기가 운영 중이다. 측정된 데이터는 서울기술연구원에서 구축한 서버에 자동으로 저장·관리되며, 2023년까지 2년간 교량 응답을 계속하게 된다. 계측 서버에서는 상시로 센서를 관리하고 데이터를 다운로드할 수 있다. 그러나 이는 개발자를 대상으로 하기 때문에 실무에 적용하기 위해서는 보다 편리하고 접근성이 뛰어난 관리 시스템이 필요하다. 이에 추가적으로 웹기반의 관리 프로그램을 개발하였다. 여기서는 센서들이 설치된 실질적 위치를 3D모델 기반으로 나타내어 직관적인 이해가 가능하며, 센서 ID나 별도의 이름과 상관없이 모델에서 직접 센서를 선택하여 계측 값을 그래프로 나타내거나 다운로드할 수 있다. 뿐만 아니라 센서들이 설치된 곳의 온도나 각 노드의 배터리 상태도 직접 확인할 수 있다.

서울기술연구원에서 개발한 센서가 적용되기 이전에도 서울시의 한강 교량에는 지진계, 변형률계, GNSS 등 다양한 센서가 설치되어 있었으며, 이는 서울시 한강교량 온라인 감시시스템과 연계되어 있었다. 이들은 일정 범위 이상의 신호를 감지하여 관리자에게 알림을 주는 기능을 수행하고 있다. 그러나 교량의 형식은 매우 다양하여 계측 허용 값을 명확히 규정하기 어려울 뿐 아니라, 재료 또한 선형 범위에서 거동하도록 설계·시공되기 때문에 이러한 방법으로는 매우 특수한 경우를 제외하면 실효성이 다소 떨어지게 된다.

서울기술연구원과 고려대학교 김승준 교수 연구팀은 현장에서 취득된 변위, 변형률, 경사 데이터

〈그림 7〉 GNSS 설치



〈그림 8〉 게이트웨이 및 센서노드 설치



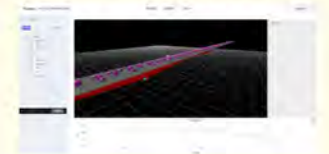
〈그림 9〉 설치센서(경사계, 변형률계)



〈그림 10〉 데이터서버



〈그림 11〉 3모델 기반 모니터링 WAS



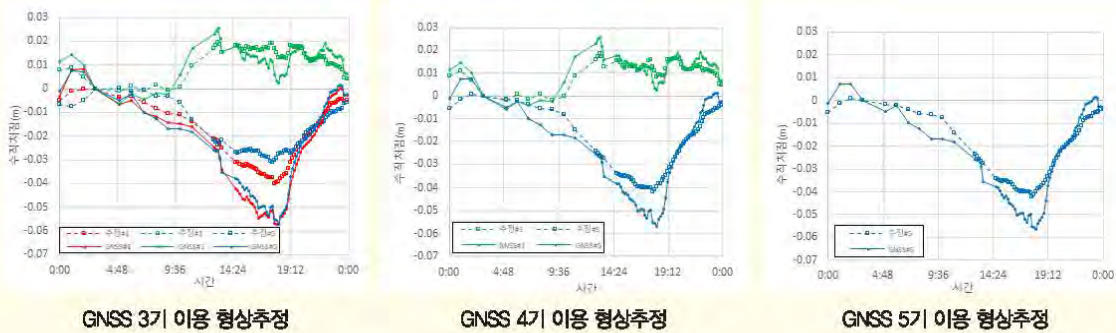
〈그림 12〉 설치센서 데이터 취득



를 기반으로 공용 중 교량의 형상을 역으로 추정할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 개발된 알고리즘은 3경간 연속교에 대하여 GNSS 3기만으로도 5% 이내의 오차로 형상을 추정할 수 있

으며, 경사계와 변형률계를 동시에 사용할 경우 GNSS 2기와 경사계 3기, 변형률계 3기 만으로도 약 3% 내외의 오차로 전 경간 처짐을 추적할 수 있다. 또한, 형상을 추정하기 위한 계측기의

〈그림 13〉 형상추정 알고리즘 실증 교량 적용 결과(실선=계측치, 점선=추정치)



위치를 최적화하는 알고리즘을 추가하여, 계측기의 개수를 최소화할 수도 있다.

개발된 알고리즘은 제한된 측정에서 얻어진 계측 데이터를 바탕으로 실제 구조물 형상 전체를 한 수 형태로 추정한다. 이렇게 추정된 변위는 해당 변형 형상을 만족하는 내력을 계산하는 데 사용될 수 있다. 이를 이용하면 구조물 전체에 작용하고 있는 응력을 도출할 수 있으므로 취약부나 관리가 필요한 부분을 산정해 낼 수 있으며, 접근이 어려워 안전진단이 어려운 부재까지 해석적으로 검토할 수 있어 보다 면밀한 상태 파악이 가능해진다. 우리나라의 주요 교량은 GNSS나 변형률계 등 계측기를 설치·운영하고 있으며, 특히 사장교나 현수교와 같은 케이블 교량은 주기적으로 구조해석을 실시하고 있다. 이와 같이 계측과 해석이 이미 수행되고 있는 구조물의 경우에 적은 예산으로 보다 고도화된 유지관리를 수행할 수 있을 것이라 판단된다.

6. 유지관리 패러다임 변화 필요

서울뿐만 아니라 세계 각국에서는 유지관리 소홀

로 인한 크고 작은 사고들이 일어나고 있어 이에 대한 해결책이 필요하다. 그럼에도 불구하고 안전진단 업무는 대부분 육안검사에 의존하고 있어 점점 사각지대가 여전히 존재한다. 이에 대하여 드론, AI, IoT 등으로 대변되는 4차산업혁명 기술과 이들로부터 얻어지는 정보들을 효율적으로 관리할 수 있는 건설정보시스템(BIM, Building Information Modeling)의 필요성에 대한 목소리가 커지고 있다. 그러나 신기술을 이용한 유지관리 기술은 대부분 현재 유지관리 업무를 자동화, 효율화하는데 그 초점을 두고 있어, 구조물 입장에서 발생할 수 있는 문제를 선제적으로 대응하기엔 역부족이라 할 수 있다.

선제적 유지관리는 구조적 문제나 손상이 발생하기 이전에 이를 미연에 방지하는 행위를 의미하므로, 보수 및 보강공사가 주를 이루어왔던 지금까지의 유지관리 업무에 익숙한 관리자 및 기술자는 육안으로 확인하여 손상이 없는 구조물에 예산 및 인력 투입을 결정하기 어렵다. 또한 안전점검 업무가 손상 파악에 초점을 두도록 법으로 규정되어 있어, 구조물의 거동 및 손상을 예측하는 일련의

과정은 부가적 업무로 실무자에게 부담이 될 수밖에 없다.

그럼에도 불구하고 일시에 노후화되어 다양한 문제를 일으킬 수 있는 다수의 시설물을 한정된 예산과 인력으로 적절히 관리하기 위해서는 기존의 사후 관리 대응방식에서 선제적 대응 방식으로의 패러다임 전환이 필요하다. 따라서 실무적으로 크게 부담되지 않고 추가 예산을 최소화하는 관점에서 새로운 기술 도입에 대한 요구는 지속적으로 증가될 것이다.

한편, 다양한 유지관리 요소기술이 개발되고 가능성이 충분히 확보되었다 하더라도 실무 적용을 위해서는 단계적 접근이 필요할 것이다. 하나의 구조물에 적용될 수 있는 수많은 기술들은 폐쇄된 결과만을 보여줄 수 있다. 그러나 형태와 기능, 목표가 다른 기술들을 개별적으로 수용하는 것은 관리자와 작업자 모두에게 있어 상당히 복잡한 일이다. 따라서 가장 완성도가 높고 활용가치가 높은 기술들을 선정하고 이를 보다 효율적으로 활용할 수 있는 플랫폼이 마련되어야 할 것이다. 이후 그 플랫폼의 활용 폭을 넓힐 수 있도록 다양한 기술을 수용할 수 있는 체계를 수립한다면 신기술 도입에 대한 부작용을 최소화할 수 있을 것이다.

요컨대, 선제적 대응으로의 유지관리 업무 패러다임 변화는 각각의 요소기술, 그 기술을 통합적으로 관리할 수 있는 플랫폼, 그리고 이러한 신기술을 적극적으로 활용할 수 있는 제도적 기반이 모두 마련되어야 한다. 다만, 이를 위해서는 기술자뿐만 아니라 관리자와 이용자의 인식 개선도 함께 이루어져야 할 것이다. 🇰🇷

정책과 기술 01

전면 BIM설계 활성화를 위한 KMZ 활용 스마트 설계 제안

김성욱 상무 | ㈜다산컨설팅 / BIM팀장 / 도로및공항기술사 / BIM운용전문가

1. 서론

2016년 세계경제포럼(WEF, World Economic Forum)에서 던져진 “4차산업혁명”이라는 화두는 그간 타 산업에 비해 성장속도(Low-Tech)가 더뎠던 건설산업에 첨단 정보통신기술이 융합되어 혁신적인 변화를 나타낼 것이라는 차세대 건설기술로 다가왔을지 모른다.

건설산업은 제조산업에 비해 작업에 대한 효율성이 떨어지고 경쟁력은 침체되고 있는 실정으로, 최근 우리나라의 건설산업은 생산인력 감소, 고령화, 근로시간 단축 등의 사회적인 흐름에 따라 건설산업의 변화가 요구되고 있다. 하지만 건설산업은 정보통신과 동떨어져 있어 토목이 주도하는 건설시장에 융·복합 건설산업이 미치는 영향에 대해 기성세대들은 미온적(微溫的)일 수밖에 없었을 것이다.

스마트 건설기술은 4차산업혁명을 기반으로 개발된 것으로 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 클라우드(Cloud), 빅데이터(Big Data), 모바일(Mobile) 등 디지털 기술로 촉발되는 초연결 기반의 지능화 혁명이다. 이는 로봇이나 AI를 통해 현실과 가상이 통합되고 사물을 제어하는 기술로써 전통적인 기술로 인해 침체되어 있는 건설산업을 이겨내기 위해

서는 스마트건설기술은 필수불가결(必須不可缺)일 수밖에 없을 것이다.

또한, 끊이지 않는 건설사고와 고질적인 건설 안전 문제 해결을 위한 새로운 해법도 요구되고 있어 스마트 건설기술은 이제 선택이 아닌 필수로 받아들여야 한다.

2. 시스템 활용 배경 및 필요성

1) 스마트 건설 기술 제도 분석

우리나라 인프라 BIM의 도입은 제5차 건설기술진흥 기본계획(국토교통부, 2012.12)에서 건설분야에 BIM 도입을 언급하였고, 제6차 건설기술진흥 기본계획(국토교통부, 2018.01)에서 4차산업 혁명기술을 활용하여 건설 생산성·안전성을 혁신하기 위한 건설기술개발 전략 및 제도개선 방안을 마련하여 구체화하기 시작했다.

스마트 건설기술로드맵(국토교통부 2018.10)에서는 건축, 토목, 플랜트 등의 기존 건설 분야에 IoT(사물인터넷), ICT(정보통신기술), 빅데이터, 로봇, 드론, BIM(3D 디지털모델링)과 같은 4차 산업 첨단 기술이 융합되어 건설현장에 적용하는 로드맵을 발표하였으며, 2025년 전면 BIM설계와 2030년

〈표 1〉 스마트 건설기술(계획·설계)의 현재와 미래

현 재 (전통방식)	미 래 (첨단방식)
측량장비 (2D지형도 작성) 2D CAD 도면 (설계 오류) 경험기반 정보 단절	드론 (3차원지형데이터) 3차원 BIM모델 (설계자동화) 정보기반 정보공유

설계자동화를 목표로 하고 있다.

건설엔지니어링 발전방안(국토교통부, 2020.09)에서는 고부가가치 산업인 건설엔지니어링 중심으로 패러다임을 전환하고 4차산업 혁명 시대를 맞아 스마트 건설엔지니어링을 집중 육성하기 위한 대안들도 내놓았다.

이후에도 정부는 건설산업 BIM 기본지침, 2030 건축BIM 활성화 로드맵(국토교통부, 2020.12) 마련, BIM기반 도로표준품셈(산업자원통상부, 2021.01) 제정, BIM기반 건설산업 디지털전환 로드맵(안)(국토교통부, 2021.06) 발표 등 인프라 분야에 스마트 건설기술을 적용하기 위해 지속적으로 노력하고 있다.

스마트 건설기술 로드맵의 설계분야 〈표 1〉을 보면 현재의 전통방식과 미래의 첨단방식에 대해 각 항목별 청사진이 제시되어 있으나, 첨단방식으로 전환하기 위한 과도기에 어떻게 운영되고 활용되어야 하는지에 대한 구체적인 방향성과 대안은 제시되어 있지 않다. 현재 전통방식의 설계기법이 한순간에 첨단방식으로 바뀌지 않는 문제점들은 하나둘씩 드러나고 있고, 이런 문제에 대한 해결책은 오롯이 설계사 직원이 떠안아야 하는 고민거리가 되고 있다.

2) 도로사업 수행절차 분석

인프라사업의 기획·설계·시공·유지관리를 포함하는 도로사업 수행절차를 보면 실시설계를 수행하기까지 사업 노선을 선정하는 기획·설계가 주된 업무이다. 이때 3차원의 모델보다 노선대를 선정하기 위해 발주처, 건설사업관리, 설계사, 조사업체 등 사업구성원 간에 노선 결정을 위한 타당성을 만들어가는 과정으로, 관계기관협의, 노선보고 등이 주된 업무이다. 노선선정과정에 투입되는 주요 인력은 사업구성원의 고급기술자(senior engineer)들로 구성되어 기술자의 노하우와 기술력에 따라 결정된다고 봐도 과언은 아니다.

이렇듯 노선을 선정하는 계획단계에는 수십 가지의 대안을 통해 최적의 2~3개의 노선을 선정하고 관계기관협의, 각종자문, 주민설명회 등을 거쳐 결정되는 사항이기 때문에 아무리 3차원 모델을 잘 만든다고 해서 빠른 시간에 노선이 선정되지 않는다. 오히려 전면 BIM설계라는 이름으로 노선선정에 투입되는 초급기술자(junior engineer)들이 노선검토 이외 추가로 3차원 모델을 작성하기 위해 투입되어 밤샘 작업을 하는데, 스마트 건설기술이 접목되는 것이 현재로서는 후배 엔지니어들에게 업무를 가중시키고 있는 것 같아 안타까울 뿐이다.

3) 전면 BIM설계 업무수행 분석

국내 최초 전면 BIM 설계인 대산~당진 고속도로의 계획단계 업무를 추진하면서 가장 어려웠던 점은 컨소시엄 간에 서로 다른 고가의 BIM 저작도구를 사용함으로써 야기되는 데이터(3차원모델)의 공유와 운용이었다.

〈그림 1〉 도로사업 수행절차



비교노선을 검토하고 보고하기 위해서는 3차원으로 노선 모델을 작성한 고사양(해당 BIM 저작도구)의 컴퓨터나 노트북이 필요했으며, 이를 운용할 수 있는 전문 인력이 항상 동행해야 한다는 것이었다. 또한 보고자와 모델러가 다른 회사 소속이면 보고 일정을 수립하기도 어렵고, 사용하는 BIM 저작도구도 서로 달라 모델을 통한 사전 업무협의도 어려웠다. 발주자도 BIM 저작도구 구입이나 운용이 쉽지 않아 3차원모델의 설계검토나 협업은 불가능한 실정으로, 전면 BIM 도입에도 기존의 업무방식에서 달라지는 건 없었다.

이러한 문제는 BIM 설계가 업무효율성을 높이기 보다는 추가적인 비용발생뿐만 아니라 설계방식(2D→3D) 변화 과도기에 설계기술자의 업무 부담이 더 가중되고 있는 문제를 절실히 보여주었다. 당시 BIM 3차원 모델을 통해서만 설계를 진행한 것이 오히려 전통방식보다 못한 결과로 나타났다. 이렇듯 계획단계 업무 특성을 봤을 때 실무담당자로서 누구나 쉽게 정보를 공유하고, 빠르게 의사결

정을 할 수 있는 정보공유 시스템을 개발하고 운영하는 것이 절실했던 것일지도 모른다.

4) 스마트 건설기술 확장

건설분야 생산성 향상을 위해서는 기존 전통방식의 설계법을 탈피하여 BIM 기술을 도입하고 스마트 건설기술을 고도화하여야 한다. BIM은 시설물의 생애주기(LCC)에서 부가가치가 높은 설계단계까지 도입되어 건설사고와 건설안전 문제 해결을 위한 새로운 기법으로 등장하였고, 3차원 모델만 BIM으로 포장해서 스마트 건설기술이라는 틀에 담으려고 한다.

BIM 모델은 데이터 표현 수준을 LOD(Level of Development)로 표현하는데, 모델의 상세수준을 나타내는 LOD(Level of Detail)와 정보수준을 나타내는 LOI(Level of information)로 구성되어 있다. 다시 말해서 3차원 모델뿐만 아니라 모델 정보를 포함해서 시각화하고 데이터를 공유하여 기성세대들과도 융·복합할 수 있도록 스마트 건설기술의 틀을 확장하는 것이 바람직해 보인다.

〈그림 2〉 전면BIM 설계(계획단계) 운영 시 문제점



3. KMZ 활용 시스템 소개

1) 개요

‘KMZ 활용 시스템’은 고속도로 전면 BIM설계를 추진하면서 계획단계의 업무를 수행하는 과정에서 BIM의 정보공유가 불편했던 구조를 개선하고자 KMZ 파일을 컴퓨터와 스마트폰을 통해 시각화하고 폴더구성 및 데이터 공유 작업을 체계적으로 보완한 시스템이다.

KML(Keyhole Markup Language)이란 구글어스와 구글 맵스의 공간정보를 표현하고 공유하기 위해 개발한 XML기반의 마크업 언어이다. 여기서는 파일 생성 시 KMZ 확장자로 저장되어 ‘KMZ 활용 시스템’으로 표기하였다.

KMZ 파일은 설계 시 노선도(2D/3D방식)를 작성하기 위해 만들어야 하는 기초조사 CAD (Computer Aided Design) 데이터에서 필요한 자료(현황, 선형, 측점, 지장물 등)만 추출하여 Google Earth와 MAPS.ME 지도로 불러들여 공통노선도 작성/검토, 검토자료 공유, 현장조사 및 각종 보고 등에 활용할 수 있다.

구글어스나 맵미 시스템은 상업적인 목적이 아니라면 누구나 무료로 사용이 가능하다. 또한 BIM 저작도구 운용도 쉬워 구글어스에서 BIM데이터(2D,

3D)를 추가 작업하면 공통정보관리 환경(CDE: Common Data Environment)으로도 확장이 가능하다. 따라서 설계방식이 변화하는 과도기에 KMZ 파일을 다방면으로 활용하여 업무의 효율성을 증대하고자 고안되었다.

2) KMZ 데이터 생성 과정

KMZ 파일은 노선대 검토를 위해 만들어진 CAD파일에서 BIM 저작 도구인 Civil 3D, OpenRoad 등에서 필요한 정보만 선택하여 좌표체계를 맞추고 Export 하면 원하는 부분의 KMZ 파일을 생성할 수 있는 간단한 구조로 되어 있어 누구나 쉽게 작성이 가능하다. CAD 데이터를 활용하여 생성된 KMZ 파일은 구글 드라이브를 통해서 공유할 수 있게 공유폴더를 생성하고 해당정보를 업로드하면 된다. 이렇게 업로드 된 자료는 구글어스 지도(컴퓨터)와 맵미 지도(스마트폰, 태블릿)로 매칭하여 시각화 할 수 있고 구글드라이브와 연동하여 사업구성원간 파일을 공유할 수 있다.

또한 구글드라이브 공유 시 연락처(이메일, 전화)와 연동하여 공유등급(뷰어, 댓글작성자, 편집자)을 부여할 수 있어 업로드된 파일의 보안도 유지할 수 있다.

〈그림 3〉 노선계획 KMZ 파일 생성 과정



〈그림 4〉 구글드라이브 자료 공유 과정

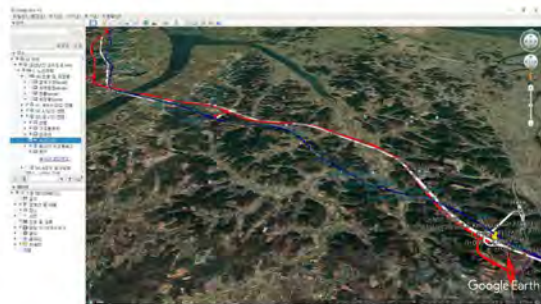


4. KMZ 활용시스템 시각화 결과

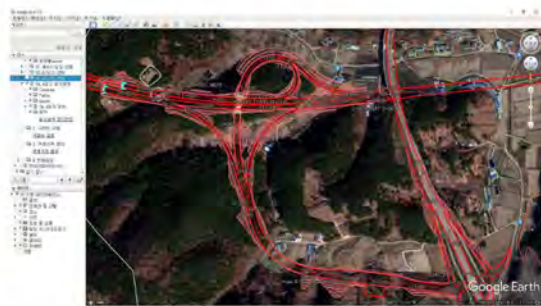
1) 구글어스 지도(Google Earth)

〈그림 5〉는 대산~당진 고속도로 전 구간 약 25km의 비교노선을 시각화한 결과물로 구글어스 지도 좌측 트리구조를 기반으로 노선정보를 사용자가 입력하고 색상, 글씨크기, 선두께 등을 지정하여 3차원 지형위에 매칭한 결과로 비교노선대 시각화가 우수하다.

〈그림 5〉 구글어스 지도 입력 결과



〈그림 6〉 나들목구간 상세 시각화 결과



노선선정 시 CAD파일에서 작성된 사면표현 또는 구조물 위치 등도 추가하면 더 상세하게 시각화 할 수 있어 건물, 농경지 등 사유지 저촉에 따른 민원 설명 시 설명보조 자료로 활용도 용이하다. 〈그림 6〉 특히, 복잡한 노선, 분기점, 나들목 등 상호 비교를 위한 비교안 시각화 시 종이도면과 3차원 모델을 서로 중복되어 노선 표현에 한계가 있으나, 이 시스템을 이용하면 좌측 트리에 정리된 비교안에 대해 폴더(LAYER)를 켜다 켜다하면서 바로 확인이 가능하다.

2) 맵미(Maps.Me) 지도

노선검토 시 중복되는 비교 노선대는 BIM 저작도구 특성상 명확하게 구분하여 시각화가 어렵다. 특히, 3차원 지하모델 구간은 지상부에서 확인이 쉽지 않은 단점이 있어 손쉽게 정확한 위치를 파악하는 것도 어려운 게 현실이다.

사업구성원 간 SNS(카카오톡, 텔레그램, 구글드라이버 등)를 통해 맵미(스마트폰, 태블릿) 어플리케이션으로 불러들인 KMZ 파일은 정사영상을 지원하지 않지만 현장에서 네비게이션으로 활용하기 좋다.

〈그림 8〉은 KMZ파일을 공유하고 맵미로 시각화한 것으로 누구나 스마트폰과 태블릿을 이용해 무료

〈그림 7〉 분기점 형식 검토



로 사용이 가능하므로 터널계획, 지하매설물 등 시각화가 용이하여 현장 활용 측면에서 우수하다. 특히, 현장에서 차량으로 이동이 불가능한 구조물 계획 위치, 보링조사 위치, 측량기준점 위치 파악 등이 용이해서 현장에서 실제 운영했던 직원들의 만족도는 좋았었다.

터는 설계단계에서 사업구성원 간 정보 공유를 위해 설계담당자가 구글드라이브에 업로드하여 구글어스에서나 맵미를 통해 공유할 수 있다. 다만, 프로젝트 사업의 운용 주체는 발주처에서 수행하여 각 단계별로 생성(수급자)되는 데이터를 관리하고 운영한다면 CDE 확장도 가능할 것이다.

3) 검토자료 공유 및 시각화

KMZ 활용시스템은 설계 또는 준공 시 작성되는 설계데이터를 활용하여 BIM 저작도구로 변환하면 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰으로 불러들여 사용할 수 있다.

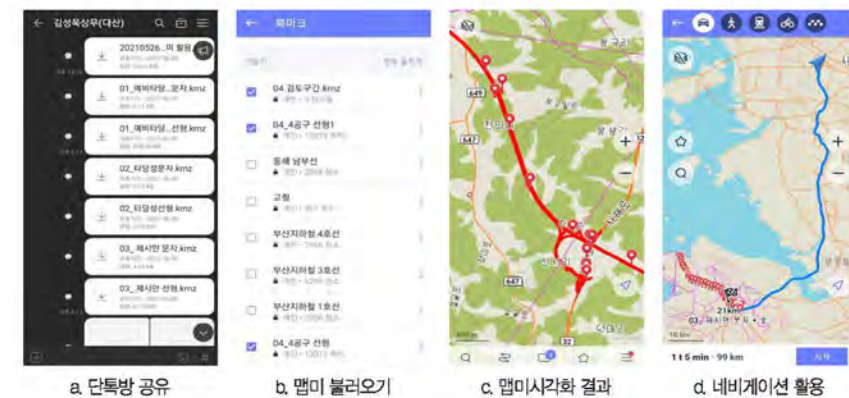
정보공유를 위해 만들어진 검토자료나 시각화 데이

5. 맺음말

1) 기대효과

토목분야에 BIM 설계가 활성화되기 위해서는 BIM 수행계획서(BEP) 제출 시 3차원 모델작성 업무의 정의 및 스코프(Scope)가 명확해야 하며, 사업 수행절차에 따라 BIM 모델을 통해서 얻어

〈그림 8〉 맵미 파일공유 및 시각화 현황



야 하는 것이 무엇인지에 대한 사전 논의가 필요하다.

스마트 건설기술을 도입하는 현 시점에서 전면 BIM설계라는 명목으로 모든 과정을 3차원 모델을 통해서만 의사를 결정을 하고 공유를 한다는 것은 실무를 수행하는 기술자들에게는 부담으로 다가올 수밖에 없다.

KMZ 활용 시스템은 고급기술자의 노하우와 기술력 투입이 많은 기획·계획단계에 노선대 정보공유를 통해 노선을 선정하는 과정에서 유용하다. 특히, 현재 지하매설물은 3차원의 GIS 데이터로 작성하여 관리·운영하고 있지만, 현장에서 정확히 확인할 수 없고 불일치하는 경우도 많아 설계변경 및 안전사고 등을 야기한다. 따라서 KMZ 활용 시스템을 통해 현황 상 명확하게 표현된다면 지장물 간섭에 따른 불필요한 설계변경 등을 배제할 수 있어 공사비 증가, 잠재적 민원 등의 사회적 비용 손실을 미

연에 방지할 수 있다.

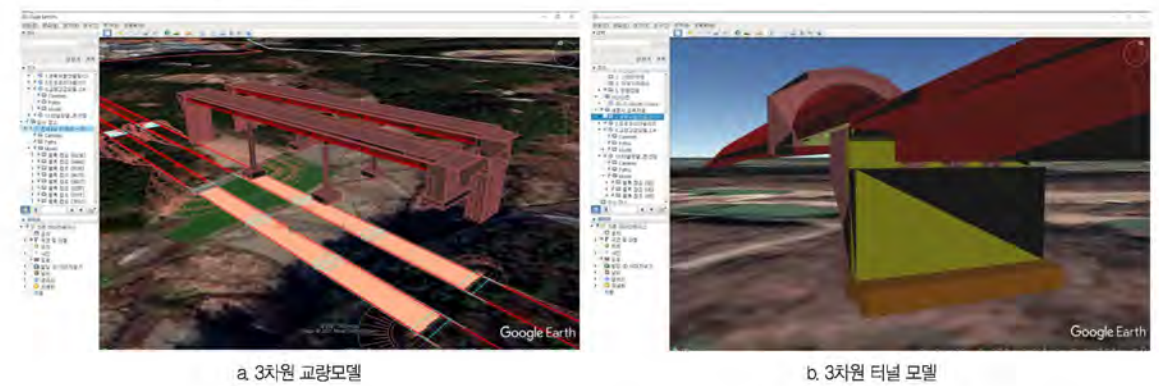
이에 따라 KMZ 활용 시스템을 BIM 설계 시 기획·계획 단계에 활용하고, 시공 및 유지관리 단계까지 노선관련 정보를 공유할 수 있도록 활용되기를 바란다.

2) 향후 CDE 시스템 개발에 대한 제언

국토교통부에서 'V월드(<https://map.vworld.kr>)'라는 3차원 지도 서비스를 운영하고 있다. 이 서비스는 구글어스 지도와 인터페이스가 많이 닮아 있지만 앞서 설명한 KMZ 파일을 구글어스 지도처럼 자유자재로 사용이 어렵고 데이터 입력, 공유도 제한이 있다.

V월드는 국내 도시계획, 산업단지, 지명 등 국토관리정보에 대해 상세히 수록되어 있고 우리나라 인프라 정보활용 측면에서 많은 데이터를 가지고 있어 KMZ 파일을 활용할 수 있는 시스템으로 보완된

〈그림 10〉 3차원 객체 모델 시각화 결과



다면 국내 적용성 측면에서 우수할 것으로 보인다. 〈그림10〉은 구글어스 지도에 3차원 모델을 매칭한 결과물로 이 데이터는 구글지도 지형과 제작한 지형모델이 서로 매칭이 되지 않아 3차원의 객체(시설물)모델만 지형위에 가시화 할 수 있다. 시설물 모델을 레이어로 구분하여 3차원 모델을 시각화 할 수 있고 준공 성과품의 BIM 모델도 평면상(X, Y축)에 시각화 할 수 있어 3차원 모델에 대한 정보도 전달할 수 있다.

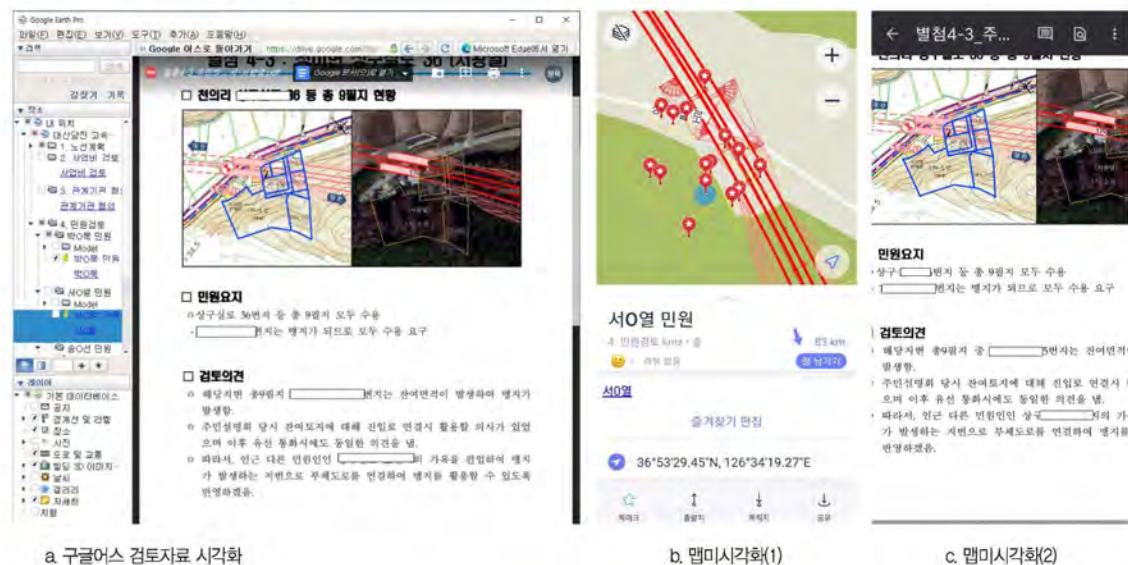
다만, 3차원 모델의 파일 용량이 커서 시각화하는 한계가 있으므로 V월드도 이런 점을 감안하여 보완한다면 BIM 도입 과도기인 현시점에 시설물의 생

애주기에 활용하기 좋은 스마트 건설기술로 발전될 수 있을 것이다.

「KMZ활용시스템」 발표 사례

2019~2021	대산~당진 4공구, 울산외곽순환 2공구 전면 BIM설계 활용 중
2021.04.15.~16.	한국도로공사 EX-BIM 교육 자료 소개
2021.06.04.~29.	한국도로공사 BIM 협의체 발표 (공통노선도 작성방안 소개)
2021.06.24.	Autodesk Converge Korea Day BIM 활용시스템 소개
2021.06.25.	화도~이천 건설사업단 BIM 추진성과 발표(공통노선도 작성방안 소개)

〈그림 9〉 검토자료 공유 및 시각화 결과



참고 문헌

- 국토교통부, 「건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵」, 2018.10.31.
- 국토교통부, 「제5차 건설기술진흥기본계획 (2013~2017)」, 2012.12.
- 국토교통부, 「제6차 건설기술진흥기본계획 (2018~2022)」, 2017.12.
- 국토교통부, 「건설엔지니어링 발전방안」, 2020.09.
- 한국도로공사, 「고속도로 스마트설계 지침(안)」, 2020.09.
- 국토교통부, 「BIM 기반 건설산업 디지털 전환 로드맵(안)」, 2021.06.

정책과 기술 02

스마트 안전장비를 활용한 건설현장 안전관리 (발주자 중심으로)

최지선 실장 | 한국도로협회 구조안전연구실
김도근 부장 | ㈜영신 미래전략본부
윤광원 실장 | 서울기술연구원 도시인프라연구실

1. 머리말

건설현장은 공사진행 단계에 따라 작업환경의 변화가 많으며 인력·중장비·시설물 등 다양한 구성요소가 있어 안전관리 안정화에 어려움이 있다. 현장에서 발생하는 안전사고는 대부분 근로자의 안전규정 미이행, 잘못된 관행, 불안정한 현장환경 등에 기인한 경우가 많으며, 특히 이러한 문제점은 상대적으로 안전관리가 취약한 소규모 현장에서 더 빈번히 발생하고 있다. 올해 6월에는 서울 마포구 신축공사장 지게차 충돌사망, 5월 은평구 공사현장 형틀공이 고소 작업 중 추락사망 사고 등 매년 충돌과 추락 등에 의해 건설현장에서 사고로 목숨을 잃는 노동자들이 끊이지 않고 있다.

고용노동부의 최근 5년('15~'19) 산업재해 통계에서도 전국 산업현장에서 발생한 산업재해로 인한 사망자 4,714명 중 절반에 해당하는 사망사고가 건설업(2,355명)에서 발생하여 타 산업 대비 건설현장 근로자 위험성 노출이 더욱 심각하다는 것을 알 수 있다. 하지만 아직까지도 건설현장 안전은 관리자의 전문성에 근거한 인력 중심에 의존하고 있으며, 부

족한 현장의 안전인력과 안전 불감증 등으로 관리의 한계점이 지속해서 지적되고 있다.

이러한 문제의 개선을 위해 '스마트 건설기술 로드맵'과 같은 건설현장 사망사고 감축을 위한 정부정책에 힘입어 건설현장의 주요 위험에 대응하기 위한 스마트장비 도입이 추진되고 있다. 하지만 개별적인 요소기술들을 통합하여 건설안전 전반의 프로세스를 스마트 체계로 도입하기 위한 노력은 여전히 부족한 실정이다. 따라서 스마트 기술 기반 실시간 위험상황 예측 및 대응뿐만 아니라 기존사고 데이터 분석 등 각 공사현장별 정보를 통합적으로 수집 및 활용하여 공사현장의 효율적 안전관리를 수행할 수 있는 혁신적 변화가 필요하다.

2. 건설현장 산업재해 현황 및 안전관리 실태

2.1 전국 건설현장 산업재해 현황

최근 5년간 건설현장에서 산업재해로 인해 목숨을 잃은 근로자는 2,355명으로, 이는 매일 약 1.3명의 근로자 사망사고가 발생하고 있는 셈이다. 평균적으로 건설현장에서의 사망사고는

〈그림 1〉 연도별 건설현장 사망자 분포 및 국가별 건설업 사망 만인율



〈그림 2〉 업종별 및 사업장 규모별 사고사망자 현황

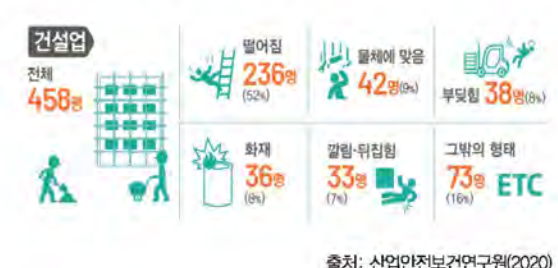


매해 470건 정도 발생하고 있는데, 전체 산업군에서 발생한 사망사고의 절반 수준으로 건설업종이 타 산업군에 비해서도 매우 높다. 근로자 1만 명당 발생하는 사망사고의 비율을 나타내는 사망 만인율도 타 산업 대비 매년 3배 이상 높은 수치를 유지하고 있어 안전사고에 대한 관리의 필요성을 절실히 나타내고 있다. 미국, 영국, 싱가포르 등의 선진국과 국내 건설업의 사망 만인율을 비교하였을 때도 최대 13배의 격차가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

2020년에도 건설업 사고는 지속 발생하고 있는 실정이다. 전국 건설현장 재해자 수가 26,799명이고 이중 사망자는 567명으로 전체 산업의 27.5%를 차지하며 가장 높은 비율을 보이고 있다. 특히 건설업의 산업재해 중 사고재해 사망자는 458명으로 현장

사고의 위험이 가장 높은 업종임을 알 수 있다. 발생형태를 보면 추락사고의 위험성이 현저히 높은 것을 확인할 수 있고 근로자 주변 장비 및 물체에 의한 끼임, 부딪힘 등에 의한 사망자 순으로 나타났다. 또한 규모에 따라 분류해본 결과에서는 50억 이하(50인 미만)의 중·소규모 현장이 대규모 공사에 비해 더욱 취약한 것으로 조사되었다.

〈그림 3〉 발생형태별 사고사망자 현황



2.2 안전관리 실태조사

정부는 건설 현장의 안전사고 예방을 목표로 타워크레인 및 추락 등의 사고방지 대책을 시행한 바 있으며, 2020년에는 '건설안전 혁신방안('20.4.)'을 수립하고 중점 추진과제를 도출하며 사고예방을 위해 지속적으로 노력하고 있다. 혁신방안을 살펴보면 취약 분야에 대한 집중관리 강화, 사업주체별 책임·권한 명확화, 현장중심 안전관리 기반 조성으로 구분되어 있는데, 이러한 대책의 실효성 강화를 위해서는 기술적인 개선이 뒷받침되어야 할 부분이 있다.

특히, 세부적 내용을 살펴보면, 현장의 감시 및 점검 강화를 통해 안전망을 확보하기 위한 방안으로 별도의 안전관리 조직인 '국민감시단'을 구성하여 운영하고, 일정규모(16층 등) 이상 공동주택 공사는 보호구 착용여부 등을 모니터링하기 위해 CCTV 설치 의무화를 추진하고 있다. 이밖에도 충돌, 협착 등을 방지하기 위한 스마트 안전장비에 대해 시범적용 후 공공공사 확대를 추진을 목표로 하고 있는데, 이러한 기술적 체계는 정부를 넘어 민간 건설사 중심으로 지속적인 개발이 이루어지고 있는 상황이다.

다만, 현 체계에서 이러한 대책의 한계점은 존재하며, 보다 실효성을 확보하기 위해서는 기술적 보완이 필요하다. 단적으로 전국 공사장 수 대비 국가 및 지자체의 행정인력 한계로 인하여 상시적인 현장점검은 불가능한 상황이다. 따라서 작업공정을 포함한 다양한 현장정보를 축적하고 시기별 취약현장을 판단하기 위한 기준 등을 마련하여 제한된 인력이 점검에 우선순위를 설정할 수 있도록 지원해야 할 것이다. 또한 CCTV 확대설치 및 스마트 기술의 도입에 있어서도 아직까지 안전 불감증이 만연한 현장에만 의존할 것이 아니라 공공의 역할을 강

화하기 위해 위험상황에 대한 영상 및 스마트 센싱 정보를 발주처에게 상시 전달될 수 있도록 하여 현장에 시정조치 할 수 있는 기술적 패러다임 전환이 필요하다.

3. 스마트 안전장비를 활용한 건설현장 안전관리 플랫폼 개발사업

3.1 추진배경

2020년에 시작된 본 사업은 산업통상자원부 '혁신조달 연계형 신기술 사업화 사업'의 일환으로 서울시 건설혁신처가 수요기관으로 참여하여 진행하고 있다. 본 사업에서는 기존 인력 중심의 건설현장 안전관리를 넘어 첨단기술을 기반으로 하여 각 현장에서 가장 많이 발생하는 추락, 충돌, 협착 등의 안전사고 위험에 대해 상시적으로 모니터링한다. 또한 이에 대해 적절한 조치가 이행되었는지 발주처에서 점검하고 각 현장의 위험상황을 용이하게 파악하고 관리할 수 있는 스마트 안전관리 플랫폼 및 서비스 시나리오 등을 마련하는 것을 목표로 하고 있다.

3.2 스마트 안전장비 및 플랫폼 소개

본 사업에서는 근로자의 추락, 충돌, 건강관리를 위하여 다양한 스마트 안전장비 개발이 진행되고 있다. 근로자 디바이스는 근로자의 위치 및 불안정한 행동 등을 감지하여 추락, 충돌 등의 위험정보를 플랫폼에 전달하고, 플랫폼에서는 실시간으로 근로자의 위험상황을 모니터링하여 위험을 예측하고 관리할 수 있다. 근로자 디바이스는 스마트 밴드, 안전모, 안전고리, 충돌 및 협착감지 디바이스와 블루투스 및 UWB 통신을 통해 실시간 근로자의 안전보호구 착용 및 체절유무를 감지하고 추락, 충돌, 건강

〈그림 4〉 스마트 안전장비

명칭	역할	사진
근로자용 안전 디바이스	• 근로자의 작업위치, 활동상태, 주변온도 등 상황정보를 실시간 계속하여 추락, 충돌 등의 위험도 분석에 활용	
안전고리 체결감지 디바이스	• 고소작업 시 근로자의 안전고리 정상제결 여부에 대한 정보출력이 가능하도록 구현하여 추락위험 분석에 활용	
턱끈 체결감지 디바이스	• 근로자 턱끈 정상 착용 여부를 실시간 감지하여 추락, 충돌 등 안전사고 예방에 활용	
안전모 정상 착용 유무확인 디바이스	• 모션 센싱 기술과 행동 분석 알고리즘을 적용하여 안전모 정상 착용 유무를 감지하여 LED로 표시	
근로자 건강 모니터링 디바이스	• 심박수 및 업무강도 등 실시간 계속정보의 정확도를 최적화하여 근로자 개인별 건강위험도 분석에 활용	
충돌 및 협착사고 감지 디바이스	• 건설현장 위험요소(장벽 및 이동차량) 주변의 근로자 접근 감지 • 위험 반경내 근로자 접근 시, 중장비 비상정지 기능 구현	
지능형 영상분석 시스템	• 딥러닝 기반 인공지능 기술을 활용하여 실시간 사람을 감지하고 운전자와 보행자에게 위험상황 알림	
이동식 지능형 CCTV	• 건설현장 내에 기존 CCTV 용량지역을 커버하기 위한 임베디드 기반 지능형 영상분석 시스템은 근로자의 위험상황 실시간으로 감지하여 위험 정보를 관리자에게 제공	
영상분석 및 지능형 영상분석 시스템	• CCTV를 활용하여 근로자 열려, 안전 보호구 착용유무 등 지능형 영상분석을 통해 중소규모 공사현장 상시 안전 모니터링 • 안전규칙 및 법규위반 사항을 감지하고 관리자에게 통보	

〈그림 5〉 스마트 안전장비 구성 및 연계도



〈그림 6〉 건설현장 안전관리 플랫폼



상황을 모니터링하여 플랫폼에 전달하는 역할을 한다. 〈그림5〉는 근로자 안전 관련 스마트 안전장비 및 근로자 디바이스와 연계된 부가 디바이스와의 연계도이다.

건설현장 안전관리 플랫폼에서는 근로자 디바이스에서 수집된 가속도, 온도, 고도, 심박수, 접근경로, 안전보호구 체절유무 등의 정보를 분석하여 관리자에게 위험상황을 제공한다. 관리자는 위험상황 발생 시 신속하게 현장에서 대응 및 조치가 가능하고, 이러한 정보들은 발주기관과 공유되어 각 현장별 안전관리 현황을 파악할 수 있다. 이렇게 수집된 데이터를 기반으로 각 현장별 위험발생 현황 및 조치결과

를 확인하고 미흡현장에 대한 조사 및 현장 지원점검이 이루어진다. 이러한 위험 상황별 빅데이터는 향후 근로자가 어떠한 작업을 할 때 위험한지 예측하는데 활용될 것이다. 〈그림6〉

3.3 안전관리 서비스 시나리오

본 사업에서는 건설현장에서 가장 많이 발생하고 있는 건강, 추락, 충돌 등의 사고 예방을 위해 4가지 서비스 시나리오를 도출하였다. ① 근로자 건강관리 서비스는 스마트 밴드를 통해 수집된 근로자의 심박수를 바탕으로 개인별 건강 위험도를 평가하여 근로자에게 휴식 등의 관리체계를 마련한다. ② 고소

작업 간 추락사고 예방 및 신속대응 서비스는 근로자의 동적 움직임(가속도), 고도 등 센서 정보를 기반으로 고소작업 중 위험 동작 탐지하여 위험상황을 모니터링한다. ③ 위험구역 접근통제 서비스는 스마트 안전장비를 착용한 근로자가 위험구역 접근 시 단계별 정보알람과 동시에 위험구역 접근 빈도의 빅데이터 분석으로 구역별 위험도를 판단하고 사고 예방대책 수립에 활용된다. ④ 건설현장 중장비 운전

자 및 근로자 인적 오류에 의한 충돌 및 협착사고 예방을 위하여 근로자와 장비의 위치를 및 거리데이터를 기반으로 위험도를 평가하고 위험상황 시 중장비를 제어하여 사고를 예방하는 기술들을 개발한다. 이러한 서비스를 통해 관리자가 굳이 현장에 나가지 않더라도 외부환경 및 작업조건에 따른 근로자의 건강상태를 실시간으로 확인하여 피로 시에 휴식을 제공하고, 고소작업 시 안전고리를 정상적으로 착용하

〈그림 7〉 건설현장 고강도·온열 근로자의 건강위험에 따른 재해 예방 시나리오



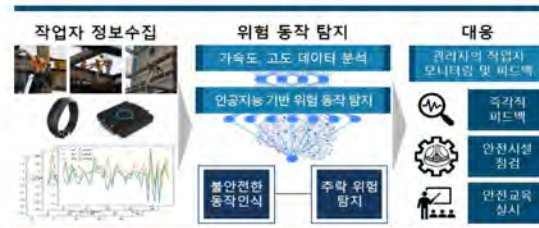
- 스마트 디바이스 기반 심박수 등 관련정보 수집
- 근로자의 연령, 체중 등 기초정보와 심박수 계측정보를 기반으로 위험도 평가
- 플랫폼 기반으로 단계별 등급 분류하여 건강체크, 휴식 등의 관리체계 마련

〈그림 9〉 건설현장 사고 다발지역(위험구역) 접근 통제를 통한 사고 예방 시나리오



- 스마트 안전장비를 기반으로 근로자가 위험구역 접근 시 단계별(주의, 경고) 경보 발송
- 위험구역 접근 빈도의 빅데이터 분석으로 구역별 위험도 판단하고 사고 예방대책 수립
 - 안전대책, 위험구간 개선, 안전교육 등

〈그림 8〉 고소 작업 간 추락사고 예방 및 신속대응 시나리오



- 스마트 디바이스 기반 고소 작업자 움직임 등 관련 데이터 수집
- 작업자의 동적 움직임(가속도), 고도 등 계측정보를 기반으로 고소작업 중 위험 동작 탐지
- 플랫폼과의 연동을 통한 관리자의 작업자 모니터링 및 피드백 제공

〈그림 10〉 건설현장 중장비 운전자/근로자 인적 오류에 의한 충돌 및 협착사고 예방 시나리오



- 스마트 디바이스 기반 UWB 통신을 이용해 중장비와 근로자 간 위치 및 거리 데이터 도출
- 플랫폼 기반 충돌 및 협착 사고 위험도 평가등급에 따라 중장비 제어, 경보 등 사고예방 체계 마련

〈그림 11〉 서울시 건설현장 실증 테스트



고 작업하는지를 파악할 수 있으며, 어떤 근로자가 장비접근 빈도가 높은지를 파악하여 포인트 안전관리를 통해 안전사고를 예방할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 근로자가 만일의 사고 발생 시 골든타임 내에 인명을 구조하여 근로자의 소중한 생명을 보호해 줄 것이며, 이 모든 서비스의 정보가 입력되는 서울시 안전관리 플랫폼을 통해 각 공사현장의 상황별 안전관리가 제대로 이행되었는지 점검하며 상시적인 관리가 이루어 질 것이다.

3.4 향후 추진계획

본 사업에서는 서울시 현장 실증을 통해 그 효과와 성능을 검증한 후, 서울시 건설현장에 스마트 안전장비를 통해 수집된 근로자 위험정보가 발주기관과 공유되도록 하고, 각 현장에서 적절한 조치가 이행되었는지 상시적으로 관리하게 될 것이다. 또한 건설현장 주요사고 유형별 위험분석 알고리즘을 마련하여 기존 육안 점검 중심으로 인한 안전사고지대의 위험정보를 상시적으로 파악할 수 있을 것이다. 아울러 안전관리자는 안전관리 서비스 시나리오를 기반으로 공사장 전역의 근로자 별 위험정보가 예·경보되거나 안전관리자에게 효과적으로 전달되어 신

속한 대응이 가능할 것이다.

향후 본 사업을 통해 스마트 안전장비 기준 및 표준을 마련하여 서울시가 요구하는 성능 및 기준을 충족하는 신기술·신제품에 대해서는 우수조달물품지정을 추진하여 다양한 장비 제조사들이 건설 안전 산업분야에 진출하는 것도 유도할 것이다.

4. 맺음말

건설현장의 위험을 예방하고 관리하기 위해서는 데이터 기반으로 사고를 예측하고 관리할 수 있는 기술이 필수적이다. 최근 들어 다양한 스마트 안전장비들이 개발되고 있지만 수집된 데이터를 기반으로 위험을 예측하고 관리할 수 있는 서비스들이 부족한 것이 현실이다. 이에 따라 본 사업에서는 근로자의 행동을 모니터링 할 수 있는 다양한 스마트 안전장비 개발과 인공지능 기술들이 결합된 플랫폼 개발 등을 마련하고 있다. 이러한 연구들을 통해 건설현장의 안전사고가 획기적으로 개선되어 발주처와 사업자, 근로자 모두 만족할 수 있는 계기가 될 수 있기를 기대해본다.

그·날·의·도·로

1970년 12월 4일

그날, 서울 남산 2호 터널이 개통되다.

1970년 12월 4일, 서울 남산 2호 터널이 개통되었다. 서울특별시 용산구 용산동과 중구 장충동을 동서로 잇는 남산 2호 터널은 1969년 5월에 착공되었고, 총 공사비 18억 원 가량을 들여 1년 6개월 만에 준공된 것이다. 이 터널은 폭 9.6m 길이 1,620m로 터널 내부에 송풍기 4대, 배풍기 4대, 조명시설 952개를 달아 환기구와 조명 시설을 갖추었다. 개통 당시 남산 2호 터널은 유료도로였으며, 요금은 아륜차 20원(1호 터널 요금은

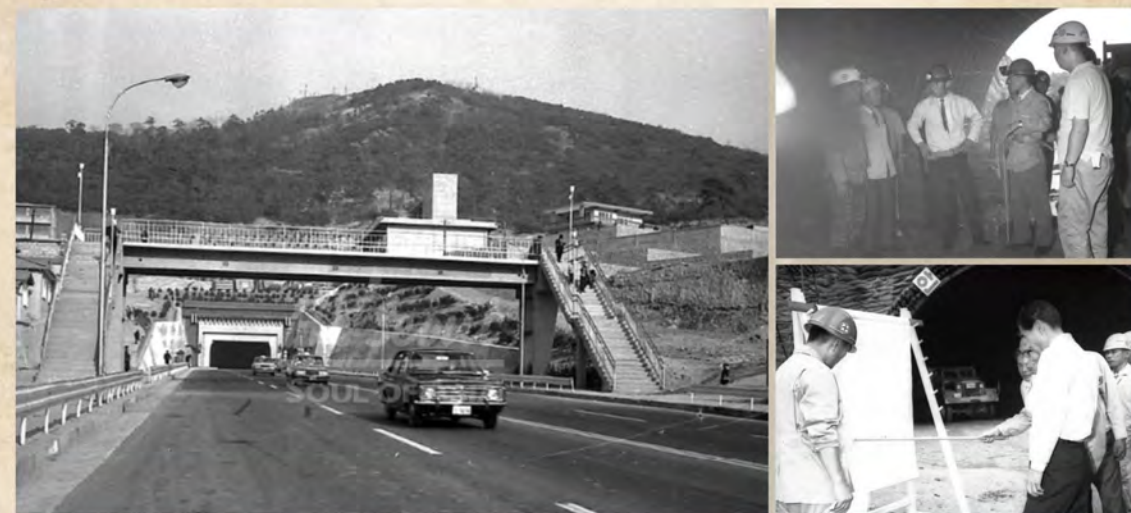


30원), 삼륜차, 택시, 승용차 30원(60원), 특수차 60원(120원) 화물차 50원(90원), 버스 50원(90원)이었다. 당시 1호 터널과 3호 터널과 같이 통행료를 받았지만 2호 터널만 1990년 9월 1일 통행료 징수가 폐지되었고, 장충동 방면 입구 앞 요금소도 철거되었다.

남산 2호 터널은 1980년대 초반까지만 해도 장대터널들이 흔치 않았던 시절이었기 때문에 1호 터널(1.53km), 3호 터널(1.27km)과 함께 국내 3대 최장터널의 타이틀을 지니고 있었다.

부실공사로 인한 보수공사의 반복

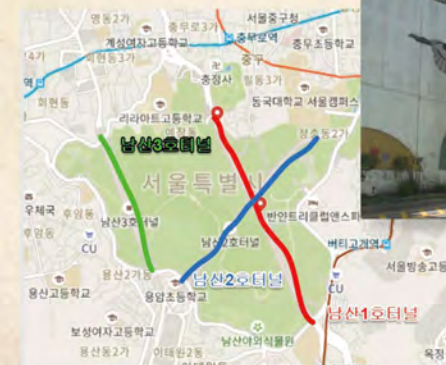
당시 우리나라 터널 시공 기술이 발달하지 못한 나머지 남산 2호 터널도 1호 터널과 비슷하게 부실공사로 인한 하자가 많았다. 결국 개통 6년만인 1976년 9월 터널을 폐쇄했고 대대적인



보수공사에 들어가 1977년 3월 11일에 재개통했다. 그나마 2호 터널은 통행량이 적었기에 며칠씩 터널을 폐쇄하고 보수공사를 하는 것으로 유지보수가 가능했지만, 애초에 부실하게 지어진 터널이다 보니 1990년대를 넘어가면서 문제가 더 많아졌다. 1996년에 1호 터널처럼 재시공하는 계획이 나왔으나, 바로 다음해에 1997년 외환 위기가 터지면서 미뤄졌고, 1999년 2월 21일 터널을 완전 폐쇄하고 재시공 공사를 착공, 2001년 5월 31일에 재개통했다. 당시 보수공사는 터널 내부의 기존 라이닝 콘크리트를 철거하고 다시 시공했으며, 터널 내부의 환기와 조명 시설, 소방시설 등 기계설비의 개량공사를 실시했다. 재개통 후 아쉬운 점이 있다면 처음에는 터널 입구가 조선시대 성문 모양을 본 따서 디자인되었기 때문에 미관이 좋은 편이었는데, 재시공 과정에서 모두 철거하고 지금의 멋진 디자인이 되었다.

현재의 남산 2호 터널

현재의 남산 2호 터널은 녹사평대로, 장충단로와 접해 있으며, 도로명은 녹사평대로58길이다. 남산 3개 터널 중 통행량이 가장 적기 때문에 개통 때부터 지금까지 편도 1차로, 왕복 2차로로 유지되고 있다. 터널 남단 진입로는 남산3호 터널과 같이 녹사평대로를 사용하고 있다. 이때 터널 진입 시에는 그대로 우측차선을 이용하고, 진출 시에는 단선 지하차도를 이용하여 녹사평대로로 나온다. 남산터널 중에서 유일하게 혼잡통행료를 징수하지 않고 있다.



(출처 및 참고자료: ©서울특별시, ©서울역사박물관, ©서울사진아카이브, ©한국민족문화대백과사전)

트러스(Truss)교

무거운 역사의 무게를 떠안은,
한강 최초 현대식 교량 한강철교

이영천 | 작가

트러스교 시작은 산업혁명과 함께했다. 역시 쇠라는 재료 발달에 기인한다. 초기 트러스교에는 무른 선철(鐵)이나 연철(軟鐵)이 사용되었다. 이후 제련기술이 발달하면서, 쇠의 연신(延伸, 길이를 늘임)성이 개선되기 시작한다. 횡과 늘어남에 모두 강한 철재가 대량으로 생산되는 시대가 도래한다. 쇠가 획기적으로 개선된 것이다. 이에 긴 경간 트러스교가 가능해지게 되었다.

트러스는 3개 현수재(懸垂材) 철봉을 정삼각형으로 짜서 만든다. 각각 60° 내각을 갖는 정삼각형은 수직하중에 가장 안정적인 구조다. 짤 삼각형을 세우고 뒤집어 이어 붙여, 각각의 밑변이 수평이 되도록 길게 짜 맞춘다. 트러스 기본 모양인 와렌 트러스(Warren Truss)다. 트러스 각 부재를 상현재와 하현재, 경사재라 부른다.

트러스교

트러스를 교각의 양 가장자리에 나란히 세우고, 그 사이 바닥 면은 가로 보와 세로 보를, 대각으로는 하부 수평 브레이싱으로 결구한다. 하로교(下路橋)라면 하부 바닥 판 위에 노면을 시공한다. 하로교 문(門) 역할을 하는 입구는 단주(短柱)와 교문(橋門) 브레이싱으로 구성한다. 상현재끼리는 버팀대를 걸고, 대각으로 상부 수평 브레이싱을 결구한다. 상로교(上路橋)라면, 짜인 트러스 위에 노면을 직접 시공한다.

트러스교는 형(거더)교 단점을 극



사진 1 인천공항고속도로 한강 구간을 횡단하는 방화대교 모습. 다리 중간에 상로 트러스와 하로교인 아치 트러스를 짜 넣어 멋들어진 풍경을 연출했다. ©신공항하이웨이(주)



복하려는 구상에서 탄생하였다. 짜인 트러스를 교각 위에 받침대를 놓아 거치하여 조립하는 단순한 구조다. 따라서 거더에 비해 재료 소모가 적고 상대적으로 경량인 구조체가 된다. 노면 포장을 제외한 모든 부재가 쇠로 만들어지기 때문에 트러스를 흔히 '철교(鐵橋)'라 부르기도 한다. 철도교인 '한강철교'를 떠올리면 곧바로 이해된다.

단(單) 경간 트러스는 트러스교 기본단위다. 트러스 저항 모멘트는 상·하현재와 경사재의 압축력과 인장력으로 결정되며, 트러스 높이에 따라 달라진다. 트러스가 높아지는 만큼, 현수재가 받는 힘 모멘트는 높이의 곱에 비례하여 커진다. 따라서 단 경간으로 긴 트러스교를 만들고자 한다면, 트러스의 높이를 충분히 높여주면 된다. 트러스 상현재는 반드시 직선일 필요는 없다. 수직재를 적절히 짜 맞춘다면, 특히 하로교에서는 곡선의 상현재도 가능하다. 힘 모멘트의 크기를 계산해 높이를 맞추고 상현재를 곡면으로 바꿔주면, 곡현(曲顯) 트러스의 큰 굽힘저항으로 예쁜 모양 트러스교가 탄생한다.

긴 트러스교도 연속보의 형교와 같은 원리다. 연속되는 트러스보에 발생하는 휨 모멘트가, 각 현수재에 분산되는 원리다. 트러스교에서 긴 경간을 극복하는 방법으로, '연속 트러스와 게르버 트러스'를 채택한다. 연속 트러스에서 휨 모멘트가 줄어든다 해도, 무한정 길이를 늘일 수 없다. 따라서 모멘트값을 키우기 위해 트러스를 더 높게 하는 방법을 채택하여 대응한다.

게르버 트러스는 상대적으로 가벼운 트러스를 중간에 얹는 방식이다. 중간에 얹히는 트러스를 단순 트러스로 만들어, 무게와 모멘트값을 줄이는 공법이다. 우리에게 큰 아픔으로 남아있는 성수대교가 게르버 트러스교다. 게르버 구간 한지 시공 불량으로, 게르버 트러스가 끊어져 사고가 일어나고 말았다.

한강 최초의 현대식 교량

한강철교는 한강에 최초로 만들어진 현대식 다리다. 기다란 쇠를 조립해 만든 트러스교다. 흔히 트러스교를 쇠로 만든 공룡이라고 부른다. 쇠를 조립해 하천이나 계곡, 바다를 횡단하기 때문이다.

한강철교는 4개 철도 교량의 통칭이다. A선은 1900년 7월에, B선은 1912년 9월에, C선은 1944년 8월에, 1994년 12월에

D선을 건설하였다. 서에서 동쪽으로 차례대로 C-D-A-B 선 순서로 놓여있다.

1883년에 인천(제물포)이 개항한다. 한강 조운(漕運)에 의존하던 한양으로 물류 흐름을, 육상으로 돌릴 계획이 구상된다. 바로 철도다. 산업화와 근대화에, 뒤늦었지만 비로소 눈을 뜬 것이다. 철도부설권은 수탈은 물론 막대한 이권이 걸린 사업이다. 따라서 열강들은 후진국 철도부설권을 얻거나 빼앗으려 혈안이였다.



사진 2 1900년 7월-A선, 1912년 9월-B선, 1944년 8월-C선, 1994년 12월-D선을 건설. 사진 좌에서 차례대로 C-D-A-B 선 순서임. ©이영천

경인선 철도부설권, 미국인 모스 손에

일본이 호시탐탐 조선 철도부설권을 노린다. 여기에 등장한 경쟁자가 바로 미국인 모스(James R. Morse)다. 모스는 '주조선 미국 전권공사' 직책의 기업인이다. 미국 공사관 알렌(Horace N. Allen)을 통해 조선 조정에 지속하여 철도부설권을 타진한다. 1891년 모스는 드디어 조선과 '철도창설조약'을 체결하게 된다. 하지만 일본의 방해와 책략이 끈질기다. 청일전쟁이 발미가 된다. 일본은 1894년 8월 조선과 '조일잠정합동조관'을 통해 경인선과 경부선 철도부설권을 강제로 차지한다. 조선이 가난해 돈이 없어, 일본 자본력과 기술력을 빌어야 한다는 명분이다.



1900년 한강철교를 시공하는 사진. 곡형 외렌 트러스로 공사 중인 장면이 생생하다. ©서울역사아카이브

이 해에 동학혁명과 청일전쟁이 동시에 일어난다. 청일전쟁에서 승리한 일본은 청나라에 지나친 전쟁 보상을 요구한다. 1895년 '삼국간섭'이 일어난다. 이 사건으로 일본은 울며 겨자 먹기로 철도부설권을 포기하기에 이른다. 아관 파천이 일어난 50일 후(1896년 3월 29일), 경인선 철도부설권을 모스가 얻게 된다. 당시 고종을 보호하던 러시아 공사관 베베르(Karl Ivanovich Veber)의 지원도 한 몫 한다. 어부지리인 셈이다. 모스와 조선은 '경인철도특허조관'을 체결한다.

조관은 「미국 자본을 유치하고, 1년 내 기공과 3년 내 준공, 한강에 철도교와 인도교 설치, 다리 중앙으로 배가 다닐 수 있게 가동교를 만들거나 형하고를 높게 해야 한다」는 내용이다. 조관에 따라 1897년 3월 22일 경인가도가 있는 우각현(牛角峴, 도원역 인근)에서 기공식을 치르고, 착공에 들어간다.

철도부설권 다시 일본 손아귀에

하지만 일본은 음흉하고 악랄하며 끈질기다. 미국인 투자자들을 상대로 조선 정치가 매우 불안정하다는 악의적인 소문을 흘린다. 이에 투자자들이 투자를 멈추고, 투입한 자본 회수에 나선다. 모스는 극심한 자금 부족에 시달려야 했다. 진퇴양난이다. 설상가상으로 난공사 구간을 만나, 기술력 한계까지 보이기 시작한다. 모스는 방법이 없었다. 급기야 1898년 5월 10일 부설권을 1백만 불 가격에 일본으로 넘기고 만다. 하부구조인 노반공사와 한강철교 교각 일부가 완성된 상태다. 경인선 부설권을 얻은 일본은 '경인철도합자회사'를 세운다. 전면에 '시부사와 에이이치'라는 사무라이를 내세워 공사를 진행시킨다. 1899년 9월 18일 인천역~노량진역까지 33km, 7개 역으로 경인선이 1차 개통된다. 하지만 일본은 한강철교에 투입할 자금력이 부족했다. 차일피일 시간을 끌면서, 경인선이 개통된 지 10개월을 더 허비한다. 이후 한강철교 공사는 우여곡절 끝에 1900년 7월 5일에야 끝이 난다. 비로소 노량진역~용

산역~남대문역(후에 경성역) 구간이 완성된 것이다.

일제는 전체 공사비가 늘어났다며 생떼를 쓴다. 눈 가리고 아웅이다. 아울러 인도교를 설치할 수 없다고 일방적으로 통보한다. 한강철교에 덧붙여 건설하도록 계약된 조건을 어긴 것이다. 한강철교와 별도로, 노들섬을 경유하는 한강인도교(한강대교)를 1917년에야 만든다. 이때는 이미 조선을 식민지로 복속시킨 이후다.



1917년 만들어진 최초 한강인도교 모습이다. 한강철교 A선을 개수하면서 뜯어낸 트러스를 재사용해 인도교를 만들었다. ©서울역사아카이브

한국전쟁 때 끊어진 다리

1950년 6월 25일, 민족 최대 비극인 한국전쟁이 일어난다. 권력을 잡고 있던 이승만 일파는 서울시민들에게 "끝까지 서울을 사수할 것이니, 안심하고 생업에 종사하라"는 방송을 한다. 하지만 이는 녹음된 음성으로, 방송이 나오던 시점에 이승만을 비롯한 권력 집단은 이미 한강을 건너 남쪽으로 피난 중이다.

임진왜란 때 도성을 버리고 신의주로 도망친 선조보다 더 비열하다. 그리곤 6월 28일 새벽 2시 30분부터 한강철교와 인도교, 광진교를 순차적으로 폭파해 버린다. 북한군 남진을 제지한다는 명분이다. 800여명 시민이 그 자리에서 목숨을 잃는다. 시민들은 물론이고 수많은 군인마저 퇴로가 끊겨버린다. 군인들은 중장비와 무거운 무기를 부득이 버려야만 했다. 후퇴할 퇴로도 만만치 않았다. 한강 이북의 수많은 시민은 북한군 점령지에서 버티거나 견뎌내야만 했다. 폭탄을 투하한 한강철교 3개 중 1개는 불완전하게 끊어진다. 북한군이 이 철교를 급하게 임시 복구, 기차를 통해 군수품을 실어 나른다. 결과적으로 한강 다리 폭파는 실패한 작전이 되고 말았다. 남한지역의 신속한 점령이 이뤄져, 낙동강을 경계로 전장이 굳어진다. 피아간에 엄청난 소모전이 전개되었다.



1925년 완성된 서울역사(당시는 경성역사) 모습이다. 대륙침략을 위해 일제가 한반도 철도계획을 확장하면서, 중심 역사 기능으로 건설되었다. ©서울역사아카이브

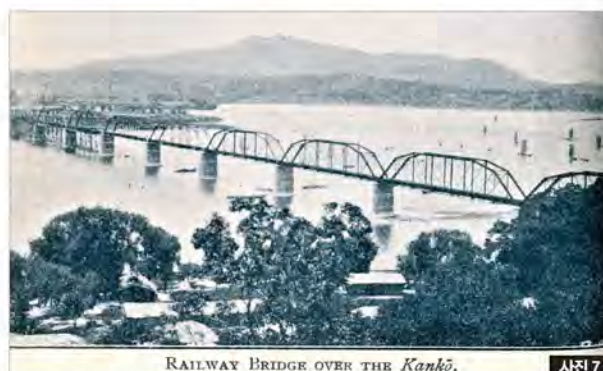
반도 허리를 가르는 연합군 인천상륙작전이 9월에 이뤄진다. 28일 서울이 수복되고 전장은 북으로 밀려가기 시작한다. 서울을 위시한 주변 도시에선, 부역자 색출작업이 진행된다. 그들의 입으로 피난길을 막았다. 서울을 사수할 것이니 안심하고 생업에 종사하라 말했다. 그리고 없는 죄를 묻는다. 이윤배반이다. 다리를 끊어 피난길을 막



1957년에 복구된 C선이다. 이후 한강철교는 순차적으로 복구·신설되어 4개의 트러스 철도 교량이 들어섰다. ©이명천

아 놓고선, 이제 적에게 협력했다는 죄목을 덧씌운다. 무자비한 공포와 만행이 휩쓸고 지나간다. 수많은 사람이 억울한 죽임을 당한다. 경기 고양시 '금정굴 민간인 학살사건'이 대표적이다. 수복지역에서 1950년 10월부터 이런 일들이 비일비재했다. 아직도 밝혀지지 않은 수많은 학살사건이 있었을 것으로 추정한다. 전쟁 때 끊어진 한강철교 C선은 수평 더블 와렌 트러스로 1957년 7월에 복구된다. 전쟁이 끝나고 4년 만이다. A, B선은 1969년 6월에서야 복구된다. 일제가 곡형 와렌 트러스로 만든 구조물을, 복구하면서 수평 와렌 트러스로 바꾸었다. 1994년 12월에 완공된 D선은 수직재가 있는 수평 와렌 트러스로 만들었다. 현재 한강철교의 트러스 구조는 한강의 남측 중간 부분까지다. 예전 한강 폭이다. 북측 교량 부분은 거더교로 이어져 있다.

아픈 한강의 얼굴



1911년 한강철교 모습이다. 당시엔 경인선과 경부선을 용산역으로 연결하는 기능을 담당했다. ©서울역사박물관

120년 전, 검은 연기를 내뿜는 검은 석로 만든 기관차와 함께 근대화 물결이 몰려오기 시작했다. 우리 힘으로 일궈야 하는 자주적 근대화는 식민지 침략 앞에서 길을 잃었다. 수탈적 근대화가 이식되었다. 그마저도 남의 손으로 얻은 해방은 곧장 한국전쟁이라는 비극으로 이어져, 쓰러린 아픔을 감내해야 했다.

서울역과 용산역에서 한강 이남을 잇는 모든 철도는 한강철교를 지난



다. 철도를 통한 관문으로, 한강과 서울의 얼굴이다. 한강철교 역사는 민족 수탈의 역사 그대로다. 식민지 수탈의 상징이다. 철도부설권을 매개로 한 침략의 상징이기도 하다. 한반도를 전쟁기지로 만들려는 그네들의 좋은 먹잇감이 철도였다. 그들은 일본~부산~서울~평양~신의주라는 대륙침략의 길을 철도로 만들어낸 것이다.

한강철교는 또한 민족상잔의 비극과 비겁한 권력 집단의 치부를 드러내 보여주는 상징이기도 하다. 한국전쟁의 참상을 말할 때 수많은 민간이 학살과 함께, 한강 다리 폭파 장면이 등장한다. 한강철교는 식민지 수탈과 더불어, 전쟁이라는 극한을 감내해야 했던 민족사의 처참한 비극을 끌어안고 있다. 전쟁의 참화를 피하지 못한 시민들은 억울한 누명과 탄압에 비명을 지르며 신음해야 했고, 재산은 물론 목숨까지 앗기어야 했다.

오래된 우리

철교는 또한 산업화와 경제발전의 상징이기도 하다. 가난한 시골에서 짐을 싸, 기차를 타고 모두가 서울로 몰려든다. 먹고사는 문제 해결이 최고 덕목이다. 혹은 공부하기 위해 기차를 타야만 했다. 서울로 몰려든 사람들은 간절하다. 모두가 땀을 흘렸고, 부지런히 일하고 공부했다. 무능한 권력은 독재의 길로 나갔고, 국민의 의지로 얻은 자유는 쿠데타 총칼에 무너지고 말았다.

긴 군사독재 터널에서 신음해야 했다. 하지만 독재 권력에 끈질기게 저항한다. 긴 암흑기를 이겨내고 민주주의의 길로 접어든다. 이런 근면함과 민주주의를 열망하는 의식변화가, 눈부신 산업화와 경제발전을 견인해 낸 원동력이다. 어느 독재자가 경제를 일으켰다는 말을 결코 신뢰하지 못한다. 시민들의 열망과 땀에 의해, 그리고 변화하고 진화한 시민의식이 경제발전의 바탕이었다. 시민들의 땀과 열정이 경제를 일구고 살려낸 진짜 주인공이다.

1987년에서야 비로소 형식적인 민주주의를 얻어 냈을 뿐이다. 그마저 몇 번 아찔한 순간을 넘어 현재에 이르렀다. 민주주의에 대한 열망은 끊임없이 나아가야만 하는 열차의 길을 닦았다. 한강철교는 모든 것을 지켜냈다. 철교 밑을 흐르는 강물은 유유히다. 철교 위를 빠르게 지나가는 철차는, 묵직한 힘으로 가야만 하는 길을 가고 있을 뿐이다. 철교는 무거운 역사의 무게를 묵묵히 떠안고 있다. 잘 짜인 트러스교의 운명인가? 철교 위를 지나며, 마음속으로 되묻는다. 우리는 지금 반드시 가야만 하는 길로 나아가고 있는가? 🇰🇷



1912년 이후 건설된 A, B선의 모습이다. 오래된 우리의 얼굴과도 같은 다리다. ©서울역사박물관

조선시대의 길(4)

길의 역사 13편

도로의 관리 - 도로의 수치(修治)

경국대전에 따르면 조선시대 서울의 도로·구거·(溝渠)·교량은 공조와 한성부가 맡아서 고찰 수치한다고 규정했고, 육전조례(六典條例)에는 호조에서 서울의 교로(橋路)의 수치를 신칙(申飭)했다고 기록되어 있다. 공조는 사공기술면에서, 한성부는 행정실무 면에서, 그리고 호조는 재정면에서 주관 내지 관여한 것이고, 그밖에 안보면에서 병조도 참여했었다.

실제로 도로 등을 수리하는 데에는 한성부 5부 소속 방의 주민들이 부역에 동원되었다. 도로연변에 인가가 있는 곳은 그 주민이 그리고 전답이 있는 곳은 경작하는 사람들에게 담당시켰고, 만약 도로가 파어서 흙으로 메우는 경우에는 훈조계(薰造契) 사람들로 하여금 거행하게 하였다. 지방의 도로와 교량은 농한기를 이용하여 수리하게 하였다.

그러나 전국적인 도로 상태는 결코 좋은 편이 아니었다. 박제가는 북학의에서 "지금 우리나라에서 길을 닦을 때에는 언제나 땅 표면을 깎아 흙 빛깔만 새롭게 할 뿐, 몇 발자국의 거리고 평평하지 못하고 울퉁불퉁해서 넘어지기가 쉽다."고 하였다. 그때그때 임시 미봉(彌縫)하는 상태가 지속된 것 같다.

외방도로(外方道路)의 관리

① 도로의 분기

조선시대에 있어서 전국 도로의 기점은 창경궁 돈화문이었다. 그래서 돈화문에서 각 성문으로 길이 갈라지고 다시 각 성문에서 전국의 도로망이 열려 나갔다. 김정호(金正浩)의 대동지지(大東地誌)에 나타난 결문분로(驛門分路)를 도시하면 다음과 같다.

돈화문	—— 파손교 ——	(남방)	—— 증가 ——	(남) 송례문 (1826보:5리 26보)
		(동방)		흥인문 (1489보:4리 49보)
		(서방)	—— 증가 ——	돈의문 (1715보:4리 275보)

(서북방면) 송례문 — 자연암 — 신교 — 기영(경기감영) — 혁교 — 영은문
모악현 — 홍제원 — 떡전거리(병전거리)

(남방면) 송례문 — 이문동 — 주교 — 청파역 — 석우참 — 와지현 — 병전거리 — 동작진 …… 한강
— 도저동 — 남묘 — 이태원 — 둔지산 — 서빙고진 — 한강
— 서빙고 …… 한강 — 당현 — 몽초천 — 습진기 — 노량진 — 한강

(서방면) 송례문 — 약전현 — 아현 — 노고산북쪽 — 창천 — 와우산북쪽 — 양화도
— 만리현 — 마포진 — 방학 — 광흥창 — 서강진 — 울도 — 여의도
— 호진 …… 장흥통로 — 영등포 — 기탄석교(5리) …… 인천통로

(동방면) 흥인문 — 동묘 — 보제원 — 안암동천 — 제기현 — 고암 — 수유현 — 양주통로
— 영도교 — 왕심리 — 차현 — 제변교(전곶) …… 송파
— 안악현 — 중량포 — 평구통로

조선시대에 있어서 도로의 거리는 주척 6척을 1보, 360보를 1리, 30리를 1식이라 했다. 그리고 10리마다 소후(小垸), 30리마다 대후라는 이정표를 세우고 지명을 새기게 했다. 또 5리마다 정자를 세워 오리정이라 하고 30리마다 유유(楡柳)를 심어 여행자가 쉬게 했다. 외방도로로 이어지는 성문은 송례문(남대문)·흥인문(동대문)·돈의문(서대문)·숙정문(북문)의 4대문과 소의문(서소문)·혜소문(동소문)·광희문(수구문)·창의문(지하문)의 4소문이었다.

(다음 호에 계속) 조선시대의 길(5) - 길의 역사 14편

참고자료

- 국사편찬위원회
- 한국민족문화대백과사전
- 한국학중앙연구원
- 도로백서, 건설교통부(2003)

현대건설(주), 최고 품질로 국내 최장 보령 해저터널 완성



국내 최장 해저터널

현대건설이 충남 보령시 대천항에서 태안군 오천면 원산도를 연결하는 약 6.9km 구간 국내 최장의 '보령 해저터널'을 개통했다. 보령 해저터널은 공사기간 약 4,000일, 연인원 약 80만 명이 투입된 4,881억 원 규모의 사업으로 총 길이 6,927m 국내 최장이며 세계에서 5번째로 긴 터널이다.¹⁾

History

보령 해저터널은 1998년 충청남도가 수립한 '서해안 산업관광도로 기본계획'에서부터 출발했다. 충청남도는 지역계획에 반영된 보령해저터널 노선을 국도로 승격 요청했고, 국토교통부가 2001년 8월 국도 77호로 승격했다. 이 후 2002년 예비타당성조사와 2007년 타당성 재조사를 통해 사업 추진이 확정됐다. 그러나 당초 2차로 교량과 터널, 인공섬으로 조성하는 계획이었으나 환경과 생태계 문제 등으로 계획이 변경되었고, 대천항부터 원산도는 4차로 터널로, 원산도부터 영목항은 교량(차도 3차로, 자전거 도로 1차로)으로 터키 발주됐다. 이후 1공구인 보령 해저터널은 대천항(2012.11.9)과 원산도(2014.8.11) 양방향에서 각각 굴착을 시작하여 2019년 6월 10일 바다 한가운데서 관통을 완료하였다. 2공구인 원산안면대교는 2010년 12월 15일 착공, 2019년 12월 26일 개통되었다.

1) 보령해저터널(6.9km)이 해저인천북항해저터널(5.5km), 가덕해저터널(3.7km)보다 긴 국내 최장 해저터널이 되었으며, 국내 지상터널과 비교해도 서울-양양고속도로 인제양양터널(10.96km), 동해고속도로 양북1터널(7.54km)에 이어 세 번째다. 세계 해저터널 중에서는 일본 도쿄아쿠아라인(9.5km), 노르웨이 불나피요르드(7.9km), 에이커선더(7.8km), 오슬로피요르드(7.2km)에 이어 다섯 번째다. 영국과 프랑스 간 도버해협을 관통하는 유폴터널은 38km에 이르지만 차량이 아닌 기차가 다니는 해저터널이다.

보령 해저터널 공사는 24시간, 365일이 바닷물과의 싸움이었다. 깊이도 해수면에서 80m 아래, 터널이 지나는 바다 평균 수심 25m를 빼면 땅속 깊이만 55m에 이른다. 이 터널은 대천 해수욕장 인근에서 단절된 77번 국도를 안면도 영목항까지 연결하기 위한 목적으로 태안(상행선)에서 보령방향(하행선)으로 하부를 관통한 2차로 분리터널이다. 공사는 2010년 12월부터 진행되었고 2019년 2월에 상행선 관통 완료 후 후속 하행선은 2019년 6월에 오차 없이 관통되었다.

최고 난도 공사, 세계 최고의 기술로 완공

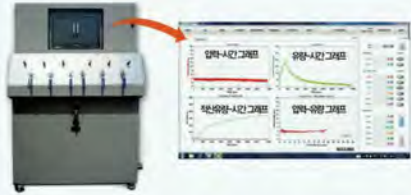


현대건설은 해저터널공사의 최대 리스크인 해수 유입을 효과적으로 제어하기 위해 해저구간 발파식 NATM(New Austrian Tunneling Method) 공법을 적용했으며, 3차원 컴퓨팅을 활용한 지질분석과 첨단 로봇 드릴링 머신을 적용해 굴착의 정확도를 높여 단 한차례의 해수유출 없이 터널 중심을 관통시켰다. 또한 3차원 지질분석 결과 강도가 약한 함탄층(석탄이 함유된 지층)과 습곡(휘어진 지질 구조) 등 위험구간이 많아 주의가 필요한 구간은 지속적인 모니터링과 동시에 유사시 근로자가 대피할 수 있는 벽두께 1m 짜리 특수 방수문을 곳곳에 설치해 안전성을 확보했다.

현대건설은 공사로 인한 주변 시설물의 손상을 최소화하기 위해 지능형 멀티그라우팅(Intelligent Multi Grouting) 공법도 적용했다. 이는 터널벽면 콘크리트 시공 시 시멘트액의 최적 압력, 유량, 시간 등을 정밀제어함으로써 터널 내 해수유입을 원천 차단할 수 있는 방법이다. 또한 보령 해저터널의 내구성 강화를 위해 당초 벽 두께를 30cm에서 40cm로, 콘크리트 강도를 일반(24MPa)에서 고강도(40MPa)로 강화했으며 연결구간에는 부식방지용 록볼트(Rock bolt)를 적용함으로써 안전성을 한층 높였다.



Technology



국내 그라우팅 장비는 대부분 작업자가 직접 압력 및 유량을 수동으로 조절해 균일한 품질관리가 어렵고, 신속하고 정확한 제어가 불가능했다. 그러나 현대건설이 개발한 인텔리전트 멀티 그라우팅(IMG)시스템은 기존 장비의 한계를 넘어서 혁신적인 기술이다. IMG시스템은 정밀한 압력 및 유량 제어 기능뿐 아니라 400m 수심에서도 차수 그라우팅이 가능할 만큼 성능이 우수하다. 한 대의 장비만으로 여러 주입공(4~8공)에 시멘트액을 동시에 주입(그라우팅)할 수 있어 기존 장비 대비 30~40%의 공기 단축 및 약 20%의 원가 절감이 가능하다. 주요 기능으로는 압력/유량 그라우팅 자동화, 전통 그라우팅 방법의 자동화, GIN(Grouting Intensity Number) 그라우팅 방법의 자동화, 그라우팅 주입 배합비 변경 및 주입 종료 시점 자동 알림, 수압시험(Lugeon Test) 자동화 및 결과 보고서 자동 생성, 그라우팅 데이터 실시간 확인 및 저장 기능 탑재 등이 있다.

서해안 신관광벨트 구축 시동



2019년 12월 개통한 원산안면대교에 이어 2021년 12월 보령해저터널 개통으로 국도 77호선이 최종 완성되었다. 보령 대천항에서 태안 영목항까지 1시간 30분 소요되던 거리가 10분으로 단축되었다. 물류처리도 물론이고 그동안 접근이 어려웠던 수도권과 중부권 등 전국에서 찾아오는 관광객도 늘어나고 있다. 관련 지역의 전기·통신·상수도 등의 충분한 공급도 가능해져 지역경제 및 인근 지역

주민들의 생활여건도 개선되고 있다. 보령 해저터널이 서해안의 물류이동, 생활개선, 문화관광, 해양레저 등 전 분야에 걸쳐 대전환의 계기가 되고 있다.

이에 따라 충청남도는 2022년 충남관광재단 출범과 동시에 풍부한 해양 관광자원을 연계한 서해안 관광상품 개발에도 착수한다. 이와 함께 보령해양머드박람회, 섬국제 비엔날레 등 지속적인 국내의 행사 추진으로 관광 수요를 확장해 글로벌 해양관광거점으로 육성한다는 계획이다.

Talk

“한창 공사 중에 함탄층 굴착 작업은 예상대로 지반이 약해 해수가 많이 유입될 수 있어 정상적인 발파 작업이 힘들었을 때다. 현대건설은 감리사, 협력사들과 협의해 대안을 마련했고, 현대건설 기술연구소의 지원을 받아 차수 그라우팅을 보다 정밀하게 진행해 유출수를 최소화해 안전하게 굴착을 마무리할 수 있었다. 6.927m의 해저터널임에도 관통부의 오차 없이 착공 8년 6개월 만에 양방향 관통했던 순간을 기억할 것이다.”

보령해저터널 건설 공사 개요

위치	충남 보령시 신항동 ~ 충남 태안군 고남면 고남리
규모	연장14.122km, 4차로(폭 16.5m) (해저터널 6.927km, 해상교량 1.75km, 토공구간 5.445km) 1공구 : 보령해저터널(6.9km), 접속도로(1.1km) 2공구 : 원산안면대교(1.8km), 접속도로(4.3km)
사업기간	2010. 12 ~ 2021.12. (총사업비 6,935억 원)
시공사	현대건설(주) 외 7개사(1공구), 코오롱글로벌(주) 외 4개사(2공구)
감리사	(주)제일엔지니어링 외 2개사(1공구), (주)유신외 1개사(2공구)
해저터널 제원	L=6.927m(해저구간 5.209m), B=8.5m(2차로 병렬) 수심=평균 해수면에서 터널상단까지 최대 80m



대구외곽순환고속도로
2022년 초 완전 개통!



사업개요

제700호선 대구외곽순환 건설공사는 1992년 국토교통부(당시 건설교통부)에서 수립한 전국 간선도로망 계획으로 경부고속도로, 중앙고속도로와 연계한 국가기간망 구축을 통해 대구·경북지역의 교류 활성화를 도모하고자 계획되었다.

이후 대구광역시 외곽 대규모 택지개발지구와 대형단지 개발 사업도시영역도 확장됨에 따라 도심정체 해소의 기능이 요구되었으며, 도심을 거치지 않고 대구·경북지역 인근 주요도시를 연결하고 도심 내 교통흐름 개선, 대구지역 물류이동 활성화 등의 목적으로 사업이 진행되고 있다. 현재 대구광역시 관리 도로구간은 모두 운영 중이며, 대구 시가지 외곽순환도로를 완성하기 위해



총연장 32.5km의 대구외곽순환고속도로(좌측 그림의 빨간색 선)를 건설 중이다. 대구외곽순환 고속도로는 한국도로공사에서 2022년 상반기에 개통할 예정이며, 아래 그림과 같이 해당 고속도로만 완성되면 4차 순환도로가 완성된다.

대구시 4차 순환도로

대구광역시 외곽을 둘러싸고 있는 61.6km의 4번째 순환도로이다. 현재 절반인 29.1km(민자 17.7km, 일반 11.4km)가 대구시와 민자사에서 운영 중이다. 순환도로 중 일부 구간은 아예 대구시 경계 밖에 있다. 동구, 북구, 경상북도 칠곡군 지천면, 달성군, 달서구, 수성구를 경유

하는 노선이다. 대구광역시도인 범안로, 앞산터널로, 상화로, 달서대로, 호국로와 한국도로공사에서 관리하는 고속도로인 대구외곽순환고속도로로 구성되어 있다. 이 중 범안로와 앞산터널로, 호국로는 민자도로로 건설되었고, 그 중 호국로(국우터널)는 2012년부터 무료화 되었다. 앞산터널로는 대구남부순환도로(주), 범안로는 대구동부순환도로(주)에서 각각 관리한다.



대구 4차 순환 고속도로						
범안로	앞산터널로	상화로	달서대로	대구외곽순환 고속도로	호국로	대구외곽순환 고속도로
민재(유료)	민재(유료)	대구시	대구시	한국도로공사	대구시	한국도로공사
상매JC~ 범물동	범물동~ 달비골	달비골~ 유천네거리	유천네거리~ 달서IC	달서IC~ 읍내IC	읍내IC~ 서변IC	서변IC~ 상매JC



고속국도 제700호선 : 대구외곽순환고속도로



앞서 말한 61.6km 중 잔여 공사 구간인 대구외곽순환고속도로 32.5km는 한국도로공사에서 맡아 건설 중이다. 본 구간은 대구광역시 달서구를 기점으로, 대구광역시 동구를 종점으로 하는 대한민국의 고속도로이다. 2007년 예비타당성 조사를 시작으로 2014년 3월 첫 삽을 떴으며 2022년 상반기 준공을 목표로 하고 있다. 총 사업비는 약 1조 5천억 원(국비40%, 도공60%) 규모이며, 총 7공구로 나뉘어 공사를 진행하고 있다. 주요 시설물로 달서·강창·다사·읍내·서변·파곡재·부동 나들목, 지천분기점·상대분기점이 설치되며, 교량 77개소(9.1km)와 터널 8개소(4.4km)가 건설된다.

대구외곽순환고속도로는 고속도로지만 일반도로 제한 최고 속도 80km/h 설계가 적용되었으며, 현재 12월 기준 공정률 95% 이상 달리며 내년 상반기 개통을 목표로 순항 중이다. 이 도로가 개통되면 달서구, 수성구, 동구로 이어지는 대도시권 교통흐름의 획기적 개선은 물론 주행거리 4.7km, 주행 시간 21분 단축 등으로 연간 1,000억 원 이상의 경제적 효과가 있을 것으로 전망된다.

1공구	(주)한화건설 외 4개사
2공구	(주)대우건설 외 1개사
3공구	코오롱글로벌(주) 외 1개사
4공구	금호산업(주) 외 1개사
5공구	(주)호반산업
6공구	한일건설(주) 외 2개사
7공구	한신공영(주) 외 1개사



Talk 1

“공사 추진 과정에서 대구 도동 축백수림(천연기념물) 보호와 향산마을 생활환경 피해 개선을 위해 노선을 변경하고 터널2개소를 추가해서 사업을 진행했고, 공사 구간 중에 금호강을 횡단하는 경간장 최대 175m 금호대교(825m)의 고품질 교량 시공에 만전을 기했다”

Talk 2

“2021년 상반기에 대구지역 레미콘 운송노조의 장기 파업으로 지역 건설 공사가 중단되었다. 건설 현장에 레미콘 공급 차질이 생겨 콘크리트 타설 작업을 할 수 없어 후속 공사들도 잇따라 딜레이 됐다. 여름 전 2개월에 걸쳐 총 5차례의 레미콘 운송 노동조합이 파업해 47일 이상 레미콘 운송이 중단되어 배수구조물 공사, 되메우기, 도로포장 등 후속 공정 추진에 어려움이 있었다. 하지만 파업이 진행되는 동안에도 레미콘 업체와 적극적으로 협상하여 실마리를 찾았다. 내년 초 개통을 목표로 최선을 다하겠다”

완전 개통되면

대부분 구간이 최고속도 80km/h의 자동차전용도로로 지정되어 있다. 안심고가, 울하고가, 연호고가, 연호지하도 등 입체 교차 시설과 용지역(대구 3호선) 부근과 상화로, 달서대로 구간은 각각 고가차도, 지하차도로 입체교차로가 계획되어 있다. 범물동에서 상인동까지 무려 7분에 주파가 가능하다. 단, 호국로 일부 구간, 반야월로 교차 구간 등 일부는 평면교차로로 되어 있어 신호대기가 필요하다. 동 쪽에서 파동IC를 통해 신천대로도 탈 수 있고 대구광역시를 통과하는 모든 일반국도와 연결된다. 도로의 역할은 대구 도심으로 진입하는 차량과 대구를 통과하는 차량을 분리하여 도심 혼잡을 줄이는 것 외에도 대구 외곽의 택지지구와 상권을 연결하는 목적도 있다. 칠곡지구, 동서변지구, 신서혁신도시, 이시아폴리스, 연경지구, 도남지구, 다사신도시, 대곡지구, 월배지구, 지산범물지구, 연호지구 등이 교통 수혜 지역이다.

대구외곽순환고속도로 건설 공사 개요

위치	대구광역시 달서구 대천동 ~ 대구광역시 동구 상매동
규모	연장 32.52km(4차로 신설) 교량 77개소(9.1km)와 터널 8개소(4.4km) 7개 나들목, 2개 분기점
공사기간	2008 ~ 2022(상반기)
총사업비	1조 5,258억 원 (국비 40%, 도공 60%)

2022 카타르 월드컵 축제를 위한 고속도로! 대우건설과 현대건설이 다했다!



대우건설과 현대건설이 카타르의 E-Ring도로(좌)와 루사일고속도로(우)라는 명품도로를 건설했다.

카타르가 2022년 11월 월드컵 개막을 앞두고 각종 인프라 공사를 한창 진행 중이다. 특히, 카타르는 2016년부터 지금까지 정부 예산 중 가장 많은 예산을 교통과 인프라 구축을 위해 투입했다. 현재 카타르 곳곳이 세계 건설사들의 프로젝트 무대가 되고 있는 것이 이 같은 이유이다. 카타르는 건설분야에 있어서도 우리나라의 진출이 활발하다. 세계의 시선이 카타르를 향하고 있는 2022년, 대한민국은 오래 전부터 중동의 땅에서 어려움을 이겨내고 도로건설 프로젝트 성과를 만들었다.



아라비아반도의 동부에 있는 왕국

경기도와 비슷한 1만1571km²의 면적, 인구 290만 명의 소국이지만 우리에게 낯설지 않은 나라가 바로 카타르이다. 카타르는 18세기 중반에 세워진 이후부터 1940년대까지 진주 채취로 근근이 먹고 살았지만 주력산업이 사양길로 접어들며 2만 명조차 못 먹여 살릴 정도로 경제

력이 좋지 않았다. 하지만 1950년대 들어서 카타르도 본격적으로 석유, 천연가스 등 광물 채굴이 시작되었고, 1971년에 영국으로부터 독립하자마자 곧바로 오일쇼크가 터지며 세계적인 부자 나라가 되었다. 현재 천연가스 매장량 세계3위와 원유 매장량 세계14위의 어마어마한 지하자원을 보유하고 있으며, 아시아 국가들에게 천연가스, 석유를 수출하며 높은 국민소득을 자랑하고 있다.



2022 카타르 월드컵, 성공의 열쇠

세계 건설사들이 공사를 진행 중인 카타르에서 국내 대표적인 건설사인 (주)대우건설과 현대건설(주)가 카타르의 주요 고속도로를 건설하였다. 바로 대우건설의 뉴 오비탈(New Orbital)고속도로와 이링(E-Ring)도로, 현대건설의 루사일(Lusail) 고속도로, 알 부스탄

(Al Bustan) 고속도로이다.

대우건설은 알 코르와 라스라판 산업도시, 메사이드 지역을 연결하는 뉴 오비탈 고속도로 건설사업과 수도인 도하 남부 이링 기존도로 확장 및 신설공사를 진행했다. 현대건설은 왕궁과 고급 주택단지가 위치해 있는 카타르의 펄(Pearl) 지역과 도하 중심지를 잇는 루사일 고속도로, 수도 도하를 남북으로 종단하는 알 부스탄 도로 확장 및 신설을 맡아 공사를 진행했다. 앞서 말한 현장 4개가 모두 개통했지만, 몇몇 프로젝트는 현재 카타르 발주처로부터 추가 공사를 맡아 진행 중이다.



대우건설의 뉴 오비탈 고속도로

대우건설이 지난 2014년 뉴 오비탈 고속도로 총 200km 중 약 42km인 4공구 프로젝트를 수주해 5개의 인터체인지와 21개의 교량을 포함한 왕복 14차선의 도로를 건설했다. 특히 카타르 도하 도로의 주요 형태인 회전교차로 대신 입체교차로를 적용해 발주처

의 후한 점수를 받았다. 대형 고속도로에 회전교차로를 적용하면 병목 현상과 사고 증가를 불러올 수 있는데, 이를 입체교차로 적용으로 개선하여 그 능력을 인정받았다. 참고로 카타르 도하의 도로는 링(Ring) 형태로 조성돼 있다. 도심에서부터 외곽으로 그 크기를 달리하며 도시를 감싸고 있는데 대우건설이 수주한 뉴 오비탈 고속도로 역시 이 같은 형태로 서울로 치면 외곽순환도로와 비슷하다.



대우건설의 E-Ring 도로

카타르 E-Ring 도로는 수도인 도하 남부에서 기존 도로 4.5km 확장과 4km 신설 구간에 왕복 8~14차선의 도로를 건설하는 프로젝트이다. E-Ring 도로 공사는 공사구간이 8.5km로 짧은 편이지만 3개층의 교차로 2개소와 2개층의 교차로 1개소 등 다층 입체

교차로 3개소가 포함되어 고도의 기술력과 건설 수행능력이 요구되는 공사였다.

중동 지역의 기존 도로는 통상 회전교차로가 설치되어 있는데, 왕복 8차선 이상의 대형 고속도로에서는 병목 현상과 사고 증가를 불러올 수 있어 이를 개선하기 위해 입체교차로를 적용하였다. 게다가 도하의 기존 교통체계를 최대한 유지하면서 도심을 관통하는 도로를 건설해야 하는 일이라 사실상 고속도로를 두 번 건설하는 것과 마찬가지였다. 대우건설은 카타르 현장에서 뉴 오비탈 고속도로를 비롯한 E-Ring 도로 건설 공사로 전 세계에 높은 기술력을 다시 한 번 입증했다.



현대건설의 루사일 고속도로

루사일 고속도로 현장은 대형 아치 구조물을 포함해 공항과 인접한 도하 시내 중심부터 북쪽 루사일 인근의 상업 및 주택지구 펄(Pearl)까지 약 5.8km의 고속도로와 5.7km의 간선 접속도로를 건설한 프로젝트이다. 최대 왕복 18차로에 터널 10개소, 교량 4개소,

마이크로 터널과 상하수도, 통신라인, ITS, 변전소 등 각종 제반 시설을 건설했다. 고속도로 개통은 2017년 12월에 했으나 발주처의 요청으로 추가 공사를 수행했다.

현장의 가장 큰 도전은 기존의 교통 흐름을 방해하지 않고 공사를 진행하는 것이었다. 특히, 임시 우회도로 시공을 위한 부수작업, 도로작업 하부의 상하수도 및 전기 시설물 이전 등 25곳의 현지 기관 협의와 200여 가지의 인허가 승인 과정이 험난했다. 복잡한 과정을 거쳐 탄생한 임시 우회도로는 현지인들이 정규 도로로 착각할 정도로 마감하게 작업해 현지의 호평을 받았다고 한다. 현대건설의 우수한 현장 관리 능력은 2018년

10월 미국 엔지니어링 전문지 <ENR>이 뽑은 글로벌 베스트 프로젝트 어워드 수상으로 이어졌다.

술한 어려움을 이겨내고 특유의 추진력과 기술력으로 공사를 성공적으로 수행한 루사일 고속도로는 카타르의 랜드마크가 되었다.



현대건설의 알 부스탄 고속도로

카타르 알 부스탄 도로 확장 및 신설 공사 현장은 수도 도하를 남북으로 종단하는 약 13km의 사바 알 하마드(Sabah Al Ahmad) 도로를 구성하는 4개 공구 중 하나로, 각 공구와 연결되는 왕복 8차선 고가도로와 도하 시내 주요 도로인 알 와프 교차로 개선을 포함

한 프로젝트이다. 발주처의 당초 계획은 지하차도를 만드는 것이었는데, 현대건설이 경쟁적인 금액과 함께 고가도로로 대안 설계를 제안했다.

알 부스탄 주요 공사는 왕복 8차선 고가도로와 상하수도 이설, 기존 도로 확·포장, 조경공사 등이었다. 현장은 복합 공정에서 절대적으로 필요한 임시 우회도로 개통을 위해 작업 공간 확보, 상하수도 매설물 시공, 교량 구조물 시공, 임시 우회도로 복구 등 복잡한 절차를 거쳤다. 특히, 건설 중에 설계도면에 없던 고가 램프교 추가 요청, 개통시기 조정 등 발주처 대응이 가장 힘들었다고 한다.

빠듯한 계약 공기로 숨 가쁘게 진행된 현장은 고가도로 시공에 PSM(Precast Segmental Method) 공법이 사용됐다. PSM은 3m 단위로 제작한 교량 거더를 현장으로 옮겨와 이어 붙이는 방식으로, 품질관리가 쉽고 공기를 단축할 수 있지만 선형 관리가 까다로워 고도의 기술력이 필요했다. 현대건설에서도 20년 만에 적용하는 공법이었기 때문에 사례 조사와 연구는 물론 설계사, 전문업체와 협업하며 공사를 수행했다.

2019년 카타르 독립기념일인 12월 18일에 맞춰 고속도로를 개통했지만 발주처의 추가 공사 요청으로 완전히 준공되지는 않았다. 🇰🇲

자료를 제공해주신 ㈜대우건설과 현대건설(주)에 깊이 감사드립니다.



제18회 국제도로연맹(IRF) 두바이 세계총회 참가

홍보나 | 한국도로협회 국제도로센터 대리



국제도로연맹(IRF) 세계총회가 UAE 두바이 월드트레이드센터에서 '미래를 위한 도로'라는 주제로 지난 11월 6일부터 10일까지 5일간 개최되었다. 본 행사는 전 세계 도로교통관련 전문가들이 모여 각국의 정책을 토론하고 최신기술을 공유하는 자리로 전 세계 58개국 약 2,500여 명의 도로전문가들이 참석하였다. 우리나라는 REAAA(아시아·대양주 도로기술협회) 김성환 회장, 국토교통부, 한국도로협회 관계자 등 6명의 한국대표단이 구성되어 총회에 참석하였다.

코로나 팬데믹 가운데 전 세계 도로 전문가들이 한자리에 모인만큼 본 총회의 주제인 '미래를 위한 도로'에 대한 높은 관심도와 열띤 토론이 진행되었다. 본 총회는 장관세션(1개), 주요세션(5개), 기술세션

〈장관세션〉



(30개), 워크숍(3개), 전문가세션(18개) 등 총 57개 세션에서 새로운 모빌리티 전환, 도로탄소저감, 자율주행, 도로안전, 자산관리 등 다양한 주제를 바탕으로 250여 개의 논문발표가 진행되었다.

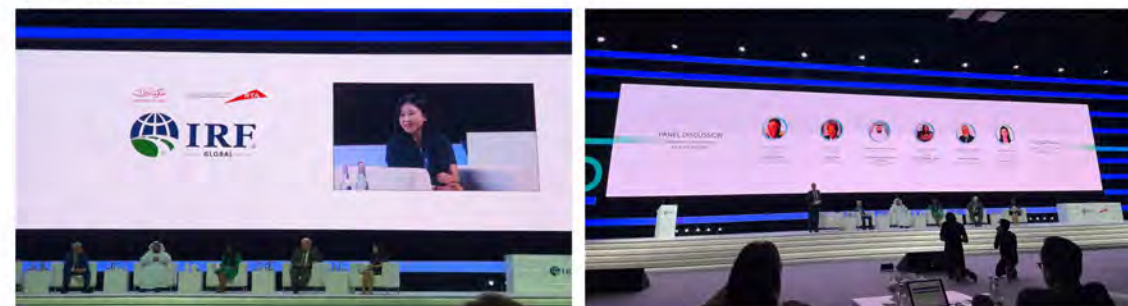
장관세션에서는 '코로나-19 시대의 회복 가능한 도로교통정책'이라는 주제로 코로나 팬데믹 시대의 도로분야 변화 및 주요 도전과제에 대한 각 국가 및 기관의 의견을 공유하였다. 본 세션에서 REAAA 김성환 회장은 모빌리티 변화의 운영회 복력, AI 및 스마트 건설 신기술 도입을 통한 효율성 증대, 인프라 투자 가능성 확대, 저탄소 교통수단 등을 통한 지속가능성 확대 등에 대해 발표하였다.

주요세션에서는 지속가능한 모빌리티, 차세대

도로 모빌리티, 2030 도로사망사고 제로, 지식 공유 및 인재개발, 2050 도로탄소저감 등 5가지 주제로 진행되었다. 우리나라 국토교통부는 2030 도로사망사고 제로 세션에 참여하여 고령화, 기후변화, 자율주행 등 대내외적 변화 흐름에 따른 한국의 도로안전정책 패러다임을 소개하였다.

이와 더불어 별도의 온라인 파트너세션을 구성하여 한국의 도로안전정책과 기술을 소개하는 자리도 마련하였다. 이른 아침에도 불구하고 20여 명의 국내외 도로교통 전문가들이 온오프라인으로 참가하여 한국의 도로안전정책 관련 많은 의견을 공유하였으며, 특히 한국의 도시부 제한속도 하향 정책(안전속도 5030) 관련 시민들의 반응, 인식 제고 방안, 예산 투입방안,

〈도로안전세션〉





설치기준 등에 많은 관심을 보였다.

세계총회는 전 세계를 대표하는 도로교통 전문가들이 모이는 자리인 만큼 도로분야 대표 국제 기구인 IRF, PIARC, REAAA의 많은 관계자가 함께 해주었다. 이에 세계총회 기간 동안 IRF, PIARC, REAAA 회장간 면담을 추진하여 도로 분야 국제기구 간 협력관계 확대방안을 모색하였다. 특히 올해 PIARC와 REAAA 신임회장이 당선된 해이기 때문에 각 기관별 전문가간 기술 협력 교류를 활성화를 통한 국제교류 다각화 및 차세대 도로인재 양성 협력 방안에 대해 논의하였다.

기술시찰에서는 두바이의 발전된 도로교통기술을 살펴볼 수 있는 두바이 ITS 센터, 마리나 교량, 알아인 도로건설현장, 두바이 운하 현장을 방문하였다. 두바이 ITS센터는 세계 최대 규모로 두바이의 급속한 도시 성장과 두바이엑스포에 필요한 인프라 확장에 따라 교통시스템 지원을 위해 건설되었다. 실리콘 오아시스, 거주단지 개발 등 다양한 개발계획과 함께 두바이에서 활발하게 진행되고 있는 도로·교량 건설 현장도 살펴볼 수 있었다.

한편, 행사장에는 다양한 기업 및 국가 전시관이 설치되어 각국의 도로교통 정책 및 기술, 민간

〈IRF-PIARC-REAAA 면담〉



〈한국관 구성〉



기업들의 제품 소개 등 볼거리가 제공되었다. 메인스테이지 입구에 위치한 한국관은 한국의 도로교통 정책과 도로관련 기관을 소개하고 해외 진출에 관심이 많은 협회 회원사의 홍보 패널도 구성하였다. 한국관을 방문한 해외 참가자들은 한국관에서 배포한 '기업소개자료집' 및 도로분야 한국 기업과의 '비즈니스 매칭프로그램'에 큰 관심을 보였다.

IRF 총회의 마지막 행사인 갈라디너에서는 IRF Mino Award와 GRAA 시상식 진행되었다. IRF Mino Award는 2020년에 설립되어 도로분야에 기여한 우수한 IRF 펠로우에게 수여하는 상으로 이번 제18회 IRF 총회에서는 REAAA 김성환 회장(IRF Fellow)이 5번째 IRF Mino Award를 수상하였다. 이에 이어 진행된 GRAA상은 IRF에서 매년 세계도로의 기여도를 평가하여 12개 분야에 대하여 상으로 뉴욕시의 자산관리포털이

2021 Winning Project를 수상하였다. 참고로 2022년 GRAA상 공모는 2022년 5월 8일 지원 마감하며 관련 세부사항은 해외도로정보시스템(irc.kroad.or.kr)에서 확인할 수 있다.

'미래를 위한 도로'라는 주제로 진행된 이번 IRF 총회는 탄소저감과 도로사망 Zero라는 전 세계의 공동과제를 위해 각 국에서 실천하고 있는 다양한 정책과 기술개발 사례들을 살펴 볼 수 있었으며, 코로나19 팬데믹에도 불구하고 안전하고 interconnected network로써의 도로역할에 대하여 많은 의견을 공유할 수 있었다. 코로나19 팬데믹과 함께 우리가 직면하고 있는 다양한 도전 과제들을 해결하기 위해 그 어느 때보다도 전 세계 도로 전문가의 협력이 필요한 시대이다. 앞으로 다양한 국제도로기구 행사에 우리나라 도로교통 전문가와 한국도로협회 회원사 관계자들의 많은 참여와 관심 부탁드립니다. 🇰🇷

〈IRF Award〉



국내 최대 규모 도로교통 산업 교류의 장! '2021 도로교통박람회' 성황리에 폐막



대한민국 도로교통 산업의 혁신제품 및 신기술을 한자리에서 만나 볼 수 있는 '2021 도로교통박람회'가 지난 11월 10일부터 12일까지 킨텍스 제1전시장에서 개최되었다.

2005년 첫 개최되어 격년마다 열리는 본 박람회는 도로건설, 도로시설, 유지관리, 교통표지, C-ITS, 친환경교통, 주차시스템 등 도로교통분야를 총망라하는 최대 규모의 전문 전시회로 자리매김하여 참가업체의 실질적 수요처인 지자체

공무원, 공사·공단, 민자도로 등 발주처 관계자가 대거 참여하는 국내 최대 도로교통분야 마켓플레이스다.

2021 도로교통박람회는 코로나19라는 팬데믹 상황 속에서도 89개사 269부스가 참가하고 11,000여명의 관람객이 방문하였다. 2005년을 시작으로 8회 동안 약 850개 기업 및 도로관리기관이 참가하고 약 10만여 명의 관람객이 방문하는 성과를 이뤄내며 도로교통산업 활성화를



위해 지속적으로 성장하고 있다.

이번 박람회는 한국국제건설기계전, 아시아콘크리트엑스포, 경기도 교통안전박람회 등 도로교통분야 전후방 산업군 4개 전시회가 '건설인프라산업대전'이라는 통합 브랜드로 동시 개최되어 다양한 바이어를 상호 공유하는 등 참가업체의 만족도를 한층 높였다고 평가받았다.

다양한 분야의 신기술, 신제품 대거 선보여

금년 박람회는 그 어느 해 보다도 다양한 분야의 기업들이 참가해 최신 트렌드를 반영한 신제품과 신기술을 대거 선보였다. 특히 인공지능(AI), 빅데이터 등 4차산업과 관련된 융복합 기술과 자율협력주행 및 C-ITS 인프라 기술 등을 취급하는 업체들이 대거 참여하여 관람객들의 이목을 집중시켰다. 또한, 태양열, 광섬유, LED 등을 활용한 도로표지, 안전시설, 횡단보도 등 친환경 고효율의 도로안전 제품들도 전시돼 관람객의 눈길을 끌었다.

전시부스에서는 도공기술마켓 공동관과 차세대 지능형교통시스템(C-ITS) 특별관을 조성하여 고속도로에 적용되는 우수 신기술과 자율협력주행 관련 C-ITS 인프라 기술을 한눈에 볼 수 있었다. 특히 SRD코리아의 영상감지형 액상제설

제 살포시스템인 AI형 자동염수분사장치 기술, 스마트지오텍의 스마트 사면 붕괴 예·경보 시스템, 카네비컴의 국내 최초 V2X OBU, 2D/3D Lidar 센서 설비, 알티솔루션의 교통 객체 검출 및 추적 알고리즘 AI 카메라 등이 전시되어 관람객의 이목을 집중시켰다.

한편, 도로교통업계를 선도하는 한국도로공사는 올해도 대규모 부스를 마련해 '고속도로, 지난 반세기의 도전과 다가올 반세기를 위한 도약'을 테마 주제로 드론 및 첨단장비를 활용한 유지관리 기술과 군집 주행기술 등 미래 50년을 위한 첨단기술을 선보였고, 박람회 공식협찬사인 미래나노텍글로벌은 투인산업과 함께 첨단 나노기술을 기반으로 한 순수 국내 기술의 재귀반사시트 도로교통표지 및 차량안전표지 제품을 전시했다.

교통안전 도로 SHOWCASE

박람회에서는 참가 기업들의 우수 제품을 한눈에 볼 수 있도록 교통안전 도로 쇼케이스(SHOWCASE)도 전시장 중앙에 조성되어 많은 볼거리를 제공하였다. 쇼케이스에는 태평양의 세계 최초 통돌이 회전 가드레일, 스타스테크의 불가사리 추출성분을 활용한 저부식성 친환경제



설계, 경안테크의 중앙분리대 및 가드레일, 이지그룹의 도로표지판 G-SIGN WAY, 금동강건의 도심형 친환경 에코 가드닝 가드레일을 비롯해 총 17개 사의 제품이 한 공간에 전시되어 참관객의 관람 효율성을 높였다.

해외 바이어 온라인 수출상담회

참가업체의 판로개척을 위한 해외바이어 초청 온라인 수출상담회에도 관심이 집중됐다. 한국도로협회와 KOTRA가 주최한 수출상담회는 코로나19 상황을 고려해 온라인으로 진행되었으며, 국내 참가기업들의 해외 진출을 지원하였다. 특히 인도네시아, 태국, 필리핀, 아제르바이잔, 몽골 등 해외 바이어 수출상담회는 약 500억 원의 계약 상담이 진행되었다.

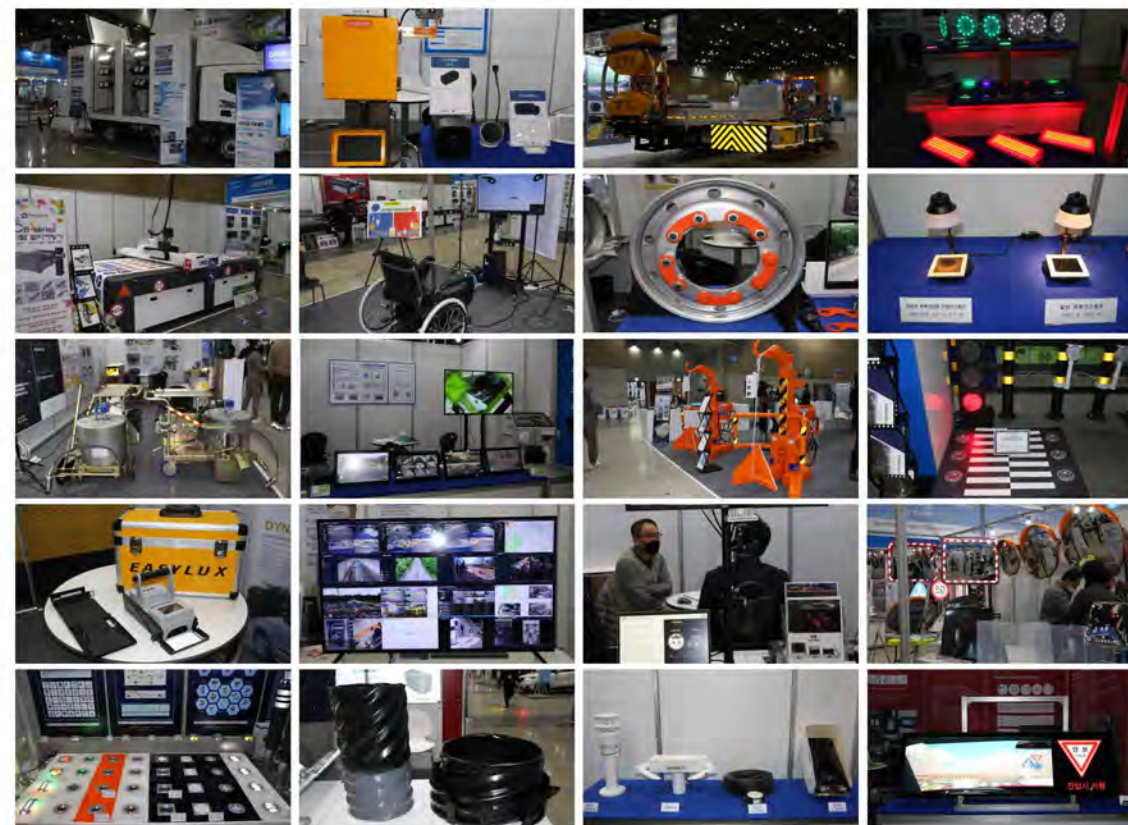
다양한 연관행사

박람회 기간 중에는 민·관·학계 전문가가 참여하는 다양한 세미나도 동시에 개최되어 행사

의 시너지 효과를 높였다. 특히 자율주행 세미나는 자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 등에 대한 전문가 발표가 이뤄졌으며, 스마트건설기준 워킹그룹 회의에서는 스마트 건설기술의 현장적용 및 건설시장 정착을 위한 관련기관 주제발표와 논의가 진행되었다. 또한 한국도로협회 도로설계전문위원회 정기회의에서는 도로 엔지니어링 산업발전 방향, 정책적 문제점, 이슈사항 등에 대해 토론하고 다양한 방안을 모색하는 자리를 가졌다.

코로나19 상황 속

이번 박람회는 코로나19 감염확산 방지를 위해 참가업체와 참관객의 안전을 최우선으로 고려하여 행사를 진행했다. 개최 당시 사회적 거리두기 단계별 실행방안에 따라 해당 방역 수칙을 철저히 준수한 것은 물론 참가업체 백신접종 확인, 모든 참석자 대상 QR코드 전자출입, 체온 측정, 마스크 착용 등 방역 관리에도 만전을 기하며



2021 도로교통박람회의 원활한 진행을 위해 보다 더 철저한 방역으로 맞대응했다.

또한 코로나19 어려움 속에 우리 박람회는 지구책 마련을 위해 다양한 시도를 이어갔다. 특히 온라인 수출상담회, 박람회 홈페이지 내 참가업체 홍보게시판, 박람회 블로그 운영 등 온라인 창구를 마련하여 참가업체 홍보를 지원하였다.

2년 뒤를 기대하며

도로의 관리주체는 국가이기 때문에 도로교통 관련 국내 업체들은 다양한 방법을 통해 공공재를 조달한다. 하지만 기술경쟁력을 갖추고 있는

업체에도 불구하고 국내·외 인적 네트워크 확보를 위해 상당히 많은 홍보 및 마케팅 비용을 지출하고 있다. 따라서 도로교통산업의 국내시장 활성화 및 해외 진출을 위해서는 정부와 지자체 등 공익적 차원에서 관심이 필요하다. 한국도로협회에서는 금년 박람회 참가업체와 참관객의 다양한 의견을 충실히 반영하여 2023 도로교통박람회에서는 정부기관 지원, 지자체 부스참가, 전문업체 참가지원, 부대행사 확대, 온라인 개최 병행 등 다양한 방안을 모색하여 더욱 성공적인 행사가 될 수 있도록 노력하겠다.

NEW BOOKS & TECH

도로정책 및 기술과 관련된 새로운 책, 보고서, 제품 등을 소개하는 콘텐츠입니다.

다시, 오래된 다리를 거닐다

“길 위에 선 인간은 끊임없이 무언가를 갈망한다. 그 갈망은 미지의 세계와 새로운 문명에 대한 동경이다”



책 소개 (출판사 : 루아크)

이 책 『다시, 오래된 다리를 거닐다』는 1,000년을 버텼던 다리에서부터 불과 수십 년 전 지어진 현대식 다리에 이르기까지 그 안에 담긴, 그러나 잘 알려지지 않은 이야기를 하나하나 찾아 보여준다. 공학이 빚어낸 다리를 인문학적 관점에서 살펴보는 여정은 다리라는 시설물에 얹힌 역사를 알아가는 데 있어 또 다른 즐거움을 줄 것이다. 책의 1부에서는 신안군 추포도 노두길, 경북구 취향교, 청계천 광통교, 진천 농다리, 정조대왕이 건넌 한강 배다리 등 우리 옛 다리 10곳을 살폈고, 2부에서는 군산 돈다리부터, 철원 승일교, 상수대교, 남해대교, 진도대교 등 근현대 교량 10곳을 찾았다.

저자 이영천

이영천은 방장산을 병풍 삼아 쇠썰을 베던 전북 고창의 궁벽한 사골에서 자랐다. 학부와 대학원에서 도시계획을 전공했고, 20세기 마지막 해에 기술사가 되었다. 산업단지와 신도시를 설계한 엔지니어링사를 거쳐 건설사에 들어갔고, 그곳에서 고속도로, 철도, 대심도지하도로, 초장대교량, 신재생에너지 관련 투자사업에 오랜 시간 힘을 쏟았다. 공학을 바탕에 둔, 그러면서도 무겁지 않고 유연한 인문학으로 세상과 소통하는 방법을 찾으려 노력 중이다.



2021 도로업무편람

국토교통부가 2021 도로업무편람을 발간했다. 매년 발간되는 도로업무편람에는 도로법령, 도로현황, 도로관련 통계자료, 도로예산 현황, 도로부문 국제협력, 도로분야 해외진출 현황, 도로부문 R&D 추진현황, 도로정책, 도로건설, 도로투자, 도로관리 부문별 업무 현황 등이 담겨있다. 도로업무편람은 국토교통부와 한국도로협회 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시돼 있으며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)



제2차 국가도로망종합계획(2021~2030) 제5차 국도·국지도 건설계획(2021~2025) 제2차 도로관리계획(2021~2025) 제1차 도로시설 관리계획(2021~2025)

국토교통부가 각종 법정계획을 잇따라 발표했다. 법정계획 내용은 국토교통부와 한국도로협회 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시돼 있으며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)



케이블교량 방재시설 설치 및 관리 요령

국토교통부에서 케이블교량에서 발생할 수 있는 화재, 안개, 강풍 등 다양한 재난에 대한 체계적인 대응을 마련하기 위해 케이블교량 방재시설 설치 및 관리 요령(기준 및 해설)을 마련하였다. 자료는 국토교통부와 한국도로협회 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시돼 있으며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)

도로 미디어는 SNS, 포털사이트, 유튜브 등 온라인 매체에 있는 흥미 있는 도로소식이나 영상 등을 소개하는 콘텐츠입니다. 자세한 사항은 QR코드를 검색하여 확인해주세요.

보령해저터널은 어떻게 만들어졌을까??

서해안 깊은 바다 속 해수면 80m 아래!
세계에서는 다섯 번째! 대한민국에서는 1위!
해저터널인 보령해저터널!
오직 국내 기술력으로 승부한 보령해저터널!
국내 해저터널 공법의 기술력도 한 단계 높이고!
지역경제 활성화에 기여하고 있는 보령해저터널!
영상을 통해 확인해보세요!

출처 : 국토교통부 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/6PV-J3ZMYTY>



스마트 도로건설 포럼 이야기

우리 건설 산업의 재도약을 위한 핵심 성장 동력!
다양한 스마트 건설기술!
한국도로공사 스마트건설사업단 주관!
스마트 도로건설 포럼!
유튜브를 통해 최신 기술 동향을 확인해보세요!

출처 : 스마트건설사업단 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/7JjKBWxWg1o>



Q 휴대폰 QR코드 인식 후 영상이
보이지 않는다면?

A 유튜브에서 제목을 검색하거나
URL 주소를 통해 확인

「도로교통」 저널 지면광고 안내

우리 협회 도로교통 저널 지면광고 참가사를 모집합니다. 광고 참가사에게는 협회지 홍보기사, CEO인터뷰, 저널 무료제공, 온라인 뉴스레터 등의 서비스를 제공해 드립니다. 귀사의 권익증진을 위해 최선을 다하겠습니다.



성격

• 한국도로협회 전문 · 교양 · 정보지 「도로교통」 지면광고 및 서비스

지면 사양

- 100면 내외의 변형 B5 크기(190×260mm), 전면컬러
- 연 4회 발간(계간 3·6·9·12월)
- (인쇄 발행) 4,000부 발간 · 배포
- (온라인 뉴스레터) 약 12,000명 이메일 배포

매체 특징

- 도로를 대표하는 유일한 정기 간행물 : 온 · 오프라인 지속 노출
- 특별광역시 · 도 · 군 · 구 전국 도로분야 공무원 등 독자층 확보
- 중앙정부 부처, 유관기관, 회원사, 전문기업 등 도로산업 전 분야 배포
- 주요 발주처 관계자, 정책 결정자 다수 독자층 확보
- 온라인 뉴스레터 발간 및 홈페이지 업로드로 광고효과 추가 노출

배포처

단체 및 개인회원	도로교통협회	한국도로공사 등 공공기관
PIARC, REAAA 국내 회원	국토관리청 및 사무소	도로교통박람회 참가기업
협회 각종위원	지자체 도로관련 부서	유관 학 · 협회
도로관련 교수	국토교통위원/도로정책심의위원	도로산업 종사자 전반

광고 종류

광고 위치	참가업체 서비스	
	협회지 홍보(오프라인)	온라인 홍보
뒷표지	회사/제품/기술 홍보기사 CEO/중역 인터뷰	뉴스레터 발행 시 홍보* 신기술 홍보관 이용**
앞/뒷표지 안쪽면	회사/제품/기술 홍보기사 CEO/중역 인터뷰	뉴스레터 발행 시 홍보* 신기술 홍보관 이용**
내지	회사/제품/기술 홍보기사	뉴스레터 홍보* KROAD 뉴스레터 발행 시 홍보*

공통 : 광고비 및 참가업체 서비스는 협회지 담당자와 협의 가능 / 평생 협회지 발송

* (분기)협회지 뉴스레터 발행, (매월)KROAD 뉴스레터 발행(관공서, 언론 등 도로동향 정보 제공)

** 도로교통 분야 산업체의 신기술 이용 정착 및 활성화를 위하여 협회 홈페이지에 회원사 홍보관 구축
(회사 상세정보 및 보유기술, 사진/동영상, 홍보자료 등 업로드 이용 가능, www.kroad.or.kr)

지면제작

- 광고 지면은 광고주가 직접 제작(ai 파일, psd 파일, jpg 파일 중)
- 광고 지면은 A4(210×297mm) 사이즈로 제작 후 협회 담당자 이메일로 회신(pjw@kroad.or.kr)

담당자 : 한국도로협회 경영지원실 박진우 차장 | 문의 및 회신 : E. pjw@kroad.or.kr F. 02-3490-1019 T. 02-3490-1022

사람을 위한 기술, 미래를 위한 창조

국내 최고의 토목엔지니어링 '삼보기술단'이
세계를 향해 힘차게 나아가고 있습니다.

탁월한 기술력과 끊임없는 혁신을 통해 다양한 서비스를 제공하는
삼보기술단이 대한민국 토목역사의 발전을 선도합니다.



보이지 않는 곳에서
안전한 길을 만듭니다.

도로에서 미끄럽지 않게
안전하게 다니실 수 있도록

도로에서 위험한 곳 없이
안전하게 다니실 수 있도록

JEILTRADING



(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.