

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

- 인 터 뷰** 세종특별자치시 김태오 건설교통국장
신공항하이웨이(주) 전영봉 대표이사
지엘기술(주) 윤홍구 대표이사
- 기획특집** 도로 분야 실증을 통한 스마트 건설기술 개발 방향
스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 규제 개선 방향
스마트 건설기술 이해와 설계 BIM 적용분야
- 정책과기술** 고속도로 터널부 교통안전 및 소통 향상 종합대책
보행자 안전을 위협하는 교통섬은 적극적으로 정비 필요
고령자를 위한 도로설계가이드 전면 개정
- 도로인사이드** 수도권 서북부 핵심노선을 구축하다
새만금 시대를 여는 길, 새만금 동서도로 개통



세종특별자치시
김태오 건설교통국장



신공항하이웨이(주)
전영봉 대표이사



지엘기술(주)
윤홍구 대표이사

ROTREX 2021
2021도로교통박람회
ROAD & TRAFFIC EXPO 2021
2021.11.10(수)~11.12(금) KINTEX

이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다

“세상에 없는 제품만 만든다.”

T (주)태평양



통돌이



오리발 차광판



방음벽

통돌이

— 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!
짜투리 없는 세상을 만들시다!

T (주)태평양

[대표번호]

전화 1800 - 6704

email Tpy70@hanmail.net



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.

인정받은 기술력과 노하우로
미래를 개척해 나가겠습니다.

"지엘이 하면 다릅니다."



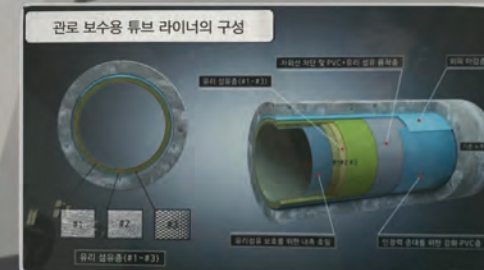
고속도로 유지관리
Facility Management

*고속도로 유지관리 및 보수



가설교량
Temporary Bridge

*B.T.B 공법 *G.T.B 공법



 **지엘**
GL construction Co.,Ltd
관로보수
HPT

*비굴착하수관로보수



지반보강
Grouting for the Ground

*GR공법 *AIGR공법

상상, 그 이상으로!

수성엔지니어링

최고의 기술력을 지닌 최고의 엔지니어들이
기술자로서의 긍지와 자부심을 가지고 글로벌
중합엔지니어링 컨설턴트사로 도약하도록 더욱 정진하겠습니다.



계획 및 경제성분석 | 타당성조사 | 기본 및 실시설계 | 감리 및 CM | PM | 신재생에너지

**수성,
비상 2021**

글로벌 Top "200"
무사고무재해 "0"
상생화합 "2-gether"
고객만족도 "1위"



순수한 열정 전문인의 긍지 창의적인 협업 최고를 향한 도전

ROTREX 2021

2021도로교통박람회

ROAD & TRAFFIC EXPO 2021

2021.11.10(수) ~ 11.12(금) KINTEX

KCI

건설인프라산업대전
도로교통박람회 · 한국국제건설기계전 · 아시아콘크리트엑스포

동시개최

**한국국제건설기계전
아시아콘크리트엑스포**



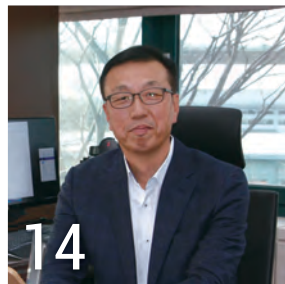
주최·주관 한국도로협회 **KINTEX**

문의처 T. 02-3490-1022 F. 02-3490-1019 E. rotrex@kroad.or.kr



인터뷰

세종특별자치시 김태오 건설교통국장	08
신공항하이웨이㈜ 전영봉 대표이사	14
지엘기술㈜ 윤홍구 대표이사	22



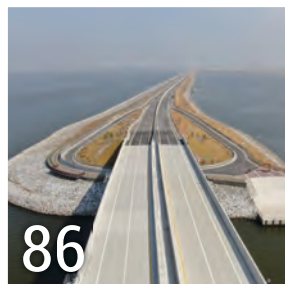
특집

1. 도로 분야 실증을 통한 스마트 건설기술 개발 방향	30
조성민 단장_한국도로공사 스마트건설사업단	
2. 스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 규제 개선방향	41
진경호 선임연구위원(스마트건설지원센터장)_한국건설기술연구원	
3. 스마트 건설기술 이해와 설계 BIM 적용분야	48
임성순 이사_㈜유신 BIM팀, BIM운용 전문가	



정책과 기술

1. 고속도로 터널부 교통안전 및 소음 향상 종합대책	58
이승준 연구위원_한국도로공사 도로교통연구원	
2. 보행자 안전을 위협하는 교통섬은 적극적으로 정비 필요	66
유경상 연구위원_서울연구원	
3. 고령자를 위한 도로설계가이드 전면 개정	74
윤재웅 실장_한국도로협회 기술연구센터	



그날의 도로

그날, 올림픽대교가 개통되었다	78
------------------	----

포토에세이

고려시대의 길(3)_길의 역사 9편	80
---------------------	----

도로 인사이트

1. GS건설㈜, 수도권 서북부 핵심노선을 구축하다 (서울~문산고속도로 개통)	82
2. 새만금 시대를 여는 길 (새만금 동서도로 개통)	86

도로 월드와이드

남아프리카 40년 숙원사업 마침표를 찍다 (㈜대우건설, 보츠와나 카중굴라 대교)	88
--	----

New Books & Products

	94
--	----

R&D ISSUE

	96
--	----

도로미디어

	98
--	----



표지사진 : 영종대교
(신공항하이웨이(주) 제공)

| 통권 제161호 |

계 간 도로교통

발행일 2020년 12월 23일

발행인 김진숙

발행처 한국도로협회

주 소 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층

편 집 류명현, 김동인, 방창식
위 원 노성규, 황훈희, 이정윤, 유동민,
여인수, 최지선, 윤재웅,
박진우(간사), 한계령, 배재현,
송이오, 서성천, 김성수, 김보성,
홍보나, 류지은, 이호정

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.



세종특별자치시 김태오 건설교통국장을 만나다

“세종시의 미래도시 경쟁력을 확보하기 위해 다양한 기관과 협력할 것”
“건설산업 전반에 활력을 불어넣을 수 있도록 정책적 소임을 다할 것”



제161호 인터뷰에서는 세종특별자치시(이하 '세종시') 김태오 건설교통국장을 만났다. 김태오 국장은 1998년 공직에 입문하여 국토교통부 공공주택개발과장, 주베네수엘라대사관 참서관, 세종시 교통과장 등을 지냈으며, 지난 2020년 8월 건설교통국장으로 부임하며 도로망 건설뿐만 아니라 교통서비스 구축, 건축정책 및 주거복지정책 사업 등을 총괄하고 있다. 김태오 국장은 인터뷰에서 “안전하고 만족할 수 있는 도로교통 환경을 조성하는 것이 가장 중요한 소임”이라며, “세종시의 미래도시 경쟁력을 확보하기 위해 다양한 기관과 협력할 것”이라고 전했다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

Q_ 김태오 국장님, 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A_ 안녕하세요. 세종특별자치시 건설교통국장 김태오입니다. 도로협회에서 관심을 갖고 세종시를 방문해주셔서 감사합니다.

Q_ 2021년 건설교통국의 도로교통분야 정책 운영 방향이 궁금합니다.

A_ 2021년은 많은 어려움과 변화가 예상되는 여건 속에 경쟁력 있는 지역건설 환경조성, 지역개발 기반구축을 위한 간선도로망 확충, 도로시설물 유지관리, 첨단교통 인프라 확충, 대중교통 서비스 활성화, 개인형교통수단 이용환경 조성, 도로조명 관리, 교통정보 서비스 고도화 등에 중점을 두며 정책을 추진하고 있습니다. 특히, 관내 도로교통 현황, 장래 교통여건 변화, 상위 도로건설 계획과의 정책부합 여부 등을 검토하여 지역 내 도로건설 사업에 대한 투자계획을 마련하고 있습니다. 무엇보다 세종시도 건설투자과 지원을 확대하고 안전한 도로환경 플랫폼 구축을 위해 노력하고 있으며, 국회 세종의사당 건립에 따른 중장기 도로망 확충도 검토하고 있습니다.

Q_ 세종시 관할 내에서 다양한 건설사업이 추진되고 있습니다. 몇 가지 주요 도로건설 사업이 있다면 소개해주세요.

A_ 현재 우리 지역 내에서는 세종~포천고속도로와 조치원 연결도로 사업이 진행되고 있습니다. 이 사업들은 세종시와 수도권을 오가는 교통의 접근성 향상과 낙후된 서북부지역 균형발전을 위해 추진되고 있습니다. 특히, 정부 국책사업인 세종~포천고속도로는 전체 구간 중에 약 25km가 우리 시의 관할에 해당됩니다. 현재 공사 진행을 위해 토지보상 계획을 공고하고 보상을 진행하고 있습니다. 그리고 조치원 연결도로는 세종시 연기면 행복도시 경계에서 조치원 번암사거리 국도1호선까지 6~8차로의 4.9km 도로를 건설하는 사업입니다. 조치원 연결도로는 BRT 2차로도 포함되는데, 지난 2019년 5월에 착공하여 현재 약 15%의 공정률을 보이고 있으며 2023년 상반기 내 준공을 목표로 하고 있습니다. 말씀드린 사업들은 우리 세종시와 국토부, 행복청 등과 협의체를 구성하여 적기에 개통될 수 있도록 최선을 다하고 있습니다.

Q_ 세종~청주고속도로 사업추진은 어떻게 진행되고 있나요?

A_ 많은 분들이 아시겠지만 세종~청주고속도로는 2019년 1월 예타 면제 사업으로 확정되었습니다. 2020년에 타당성평가 착수에 들어갔고 현재 전력환경영향평가가 진행 중입니다. 타당성 평가가 완료 되는대로 2021년부터 설계가 진행되고 2024년부터는 착공될



것으로 보고 있습니다. 완공 목표시기인 2030년까지 국비 5,296억 원, 도로공사 4,435억 원을 들여 건설되는 대형 건설 사업입니다. 세종~청주고속도로는 세종~포천고속도로와 경부고속도로 청주분기점을 연결하는 연장 20km의 왕복 4차로 사업인데, 세종~포천 고속도로와 더불어 충청권, 경상권 접근성이 강화되어 우리 세종시의 발전이 촉진될 것으로 기대하고 있습니다. 우리 세종시는 지난 여름 당·정 협의를 통해 2021년 기본·실시설계를 위한 국비 61억 원 반영을 협의했으며, 연서면 국가산단 접근성 확보를 위한 산단 진입 나들목 추가 설치도 건의했습니다.

Q_ 조치원 우회도로 건설사업은 타당성이 확보되어 착수되었지만 지난 3월에 중단되었다고 들었습니다. 현재 어떻게 진행되고 있나요?

A_ 네, 조치원 우회도로 사업은 총 사업비가 1,322억 원에서 2,613억 원으로 대폭 늘어 현재 타당성 재조사 과정을 거치고 있습니다. 결과에 따라 진행되어야 하지만 2021년 하반기 착공을 목표로 하고 있습니다. 조치원 우회도로는 현재 1번 국도가 지나는 조치원 외곽으로 지나게 될 총 연장 7.72km의 왕복 4차로 신설 구간입니다. 조치원을 번암사거리부터 충북 청주시 흥덕구 오송읍 상봉리로 연결되며, 천안과 경기 서남부 지역에서 세종시로 접근성 향상과 함께 만성 지정체 구간인 1번 국도 조치원 시가지의 교통 혼잡을 해소할 것으로 기대하고 있습니다. 참고로 2017년 2월 KDI로부터 1.15란 높은 B/C를 받아 일찌감치 타당성을 확보하여 2020년 3월까지 기본 및 실시설계를 진행하였으나, 해당 구간 인근에 천연기념물 제321호인 봉산동 향나무로 인해 대안 노선으로 변경되어 타당성 재조사를 진행하고 있습니다.

Q_ 부강역과 북대전IC를 연결하는 도로사업 진행상황도 궁금합니다. 지난 5월 예타가 통과됐다고 들었는데요.

A_ 네, 말씀하신 도로사업은 부강면 부강교차로에서 대전 유성구 북대전IC까지 연결하는 총 연장 12.73km의 왕복 4차로가 신설되는 도로입니다. 특히, 대전과 청주와 같은 도시 접근성 향상과 세종테크밸리, 과학비즈니스벨트, 대덕특구 연계를 위한 지역 간 상생발전 필요성에서 부각되고 있는 사업입니다. 2018년 11월 예타에서 사업을 진행할 수 없는 수치가 나와 2019년 4월 동측 우회도로와 금남~북대전IC 연결도로를 하나로 합친 사업으로 바뀌 다시 예타 조사를 받았으며, B/C 1.77이란 높은 값으로 사업 타당성을 확보하였습니다. 현재 우리 세종시는 2021년부터 설계를 진행하기 위해 예산 반영을 당국과 협의하였습니다.

Q_ 이밖에 추진 중인 도로사업이 있다면 현황 소개 부탁드립니다.

A_ 최근에 오송~조치원 연결도로를 개통하였습니다. 조치원 상리사거리에서 오송역사거리까지 이어지는 도로에서 조천교를 확장하고 교차로를 개선하였습니다. 그리고 세종청사 하이패스IC 건설 타당성 검토를 추진하였는데 현장 여건이 불리해 B/C가 낮게 나왔습니다. 사실 세종시 외곽에 위치한 고속도로IC로 인해 도로이용자 불편이 증가하는 추세이고 도심지 교통량도 증가하여 세종청사IC는 필요한 사업입니다. 추후 국회세종지사당 실시계획 승인이 완료되거나 미이전 중앙행정기관이 추가로 이전되는 상황이 발생하여 건설 수요가 증가하면 타당성 조사를 재추진할 예정입니다.

Q_ 2020년 도시계획도로 개설사업 추진현황은 어땠나요?

A_ 네, 세종시에서는 위축된 지역경제 활성화와 주민생활 편의 증진을 위해 도시계획도로 개설에 힘썼습니다. 최근에 번암리, 죽림리, 서창리, 봉암리, 용포리 등 11개의 도시계획도로를 개설했으며, 나머지 26개의 노선에 대해 보상과 공사가 진행되고 있습니다. 앞으로도 순차적으로 예산을 확보하여 편입토지와 지장물 협의 보상을 적극적으로 추진하여 예정된 사업기간 내에 완료할 방침입니다. 참고로 도시계획도로는 국도나 지방도와 별개로 도시계획구역 내의 주요 도로로서 결정되어 건설되는 도로입니다. 시민들의 요구가 많아 도로개설의 필요성도 높고 주변 교통혼잡 및 시민생활 개선의 효과가 큰 사업이기 때문에 적극적인 행정을 펼치도록 하겠습니다.



Q_ 실효되는 장기미집행 도시계획도로가 세종시에도 많지 않나요?

A_ 네, 세종시에서는 장기 미집행 도시계획도로를 해결하기 위해 조치원 78개, 부강면 17개, 금남면 16개, 전의면 10개 등 121개 노선에 대해 실시계획 인가 고시를 완료하였으며, 이 중 90개 노선은 2024년까지 약 1,820억 원을 투입할 계획입니다.

Q_ 세종시의 관내 건설업체 지원 대책이 있다면 소개 부탁드립니다.

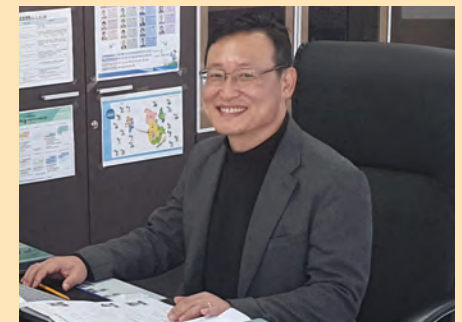
A_ 세종시가 출범한 이후 관내 건설업체가 2014년을 정점으로 지속적으로 감소하고 있습니다. 물론 그동안 전입한 건설업체의 수주물량이 감소하면서 전출한 이유가 가장 크다고 봅니다. 우리 세종시는 지역 건설산업을 활성화하기 위해 매년 관내업체 홍보책자 제작, 관내 공공기관 연간 발주계획 정보 제공, 건설청, 교육청, LH 등과 실무협의회 개최, 지역업체 보호대책을 위한 대형건설사 및 지역건설사 간 간담회 등 여러 가지 정책적 지원을 추진하고 있습니다. 최근에는 지역건설산업활성화 촉진에 관한 조례를 개정하여 실태조사 항목 추가, 하도급 비율 50%에서 60% 조정, 민간공사 수주 기회 마련, 건설시장 불법·불공정 행위에 대한 건설업 등록기준 실태조사 실시 등 건설한 건설업체를 보호하고 관내 건설업체 지원시책을 강화하고 있습니다.

Q_ 세종시에서 도로 이용 서비스 향상을 위해 추진하는 사업이나 정책이 있다면 말씀해주세요.

A_ 우리 세종시에서는 전기굴절버스 도입, 첨단 BRT 정류장 및 차고지 기반시설 확충, 광역BRT 노선개발 등 BRT 중심의 광역교통망 구축을 위해 노력하고 있습니다. BRT 공사는 16개가 진행중이며, 2021년 7월까지 28개소를 운영할 계획입니다. 그리고 3개의 BRT 노선을 추가 개발하기 위해 용역을 추진 중입니다. 또한 돌발상황검지시스템 1식, 영상검지기 6곳, 온라인신호제어 21곳, 교차로수집장치 10곳을 설치하고, 버스도착정보안내기 419곳, 교통CCTV 51곳, 차량검지기 55곳, 노변기지국 70곳, 가변정보표지판 13곳 등 첨단 교통관리시스템을 구축할 예정입니다. 아울러 대중교통 소외지역 주민과 교통약자를 위해 마을택시와 장애인콜택시 운행을 확대하고 있는데, 장애인콜택시는 이동지원센터 업무를 전산화하고 모바일 앱·홈페이지 예약시스템을 마련하여 매년 이용률이 증가하고 있습니다.

Q_ 쾌적한 도로환경을 위해 추진되고 있는 유지관리 사업이 있다면 소개해주세요.

A_ 세종시에는 교량과 고가차도 199개, 터널 지하차도 16개, 옹벽 5개, 육교 7개, 절토사면 5개 등 232개의 도로구조물을 유지관리 하고 있습니다. 특히, 세종시를 비롯하여 행복청, LH공사 등과 지속 협의하며 교통정체구간 개선, 도로구조 개선, 도로소음 방지를 위한 도로포장 개선, 잦은 도로파손 부위 최적 보수공법 선정 등을 수행하고 있습니다. 시설물 안전법 대상 교량 95개, 터널·지하차도 13개, 옹벽 5개, 절토사면 5개, 육교 5개, 동물이동통로 1개 등 124개 시설물에 대해서는 상하반기 정밀점검을 실시하고 있으며, 전문 인력이 필요한 지하차도는 관리위탁을 추진하고 있습니다. 최근에도 내진보강공사 3개소, 교량노면 재포장공사, 지하차도 터널등 교체, 가로등 제어반 원격관리, 노후 보안등 LED 교체, 보안등 신설 공사 등 관할 내 안전운전 확보 및 도로 이용만족도 제고를 위해 노력하였습니다.



김태오 건설교통국장 이력

김태오 건설교통국장은 기술고시 33회로 1998년 임용되어 국토부 공공주택개발과장, 국토부 녹색건축과장, 국토부 주택정비과장, 베네수엘라대사관 참사관, 세종특별자치시 교통과장 등을 지냈으며, 2020년 8월 세종특별자치시 건설교통국장에 임용되었다.

Q_ 보행자 안전은 몇 번을 강조해도 지나치지 않을 중요한 요소입니다. 보행자 환경을 개선하기 위해 추진한 사업이 있다면 소개해주세요.

A_ 세종시에서는 사람중심의 보행환경 조성사업을 추진하고 있습니다. 어린이, 노약자, 장애인 등 교통약자의 보행 편의 개선을 위해 신호과속단속카메라 설치, 전선지중화, 과속방지턱, 미끄럼방지포장, 안전표지 등 교통안전시설 정비에 나서고 있습니다. 특히, 2020년에는 교통안전협의체 구성, 세종시 어린이교통안전 종합대책 수립 등 사람중심의 안전한 교통환경 조성에 힘써 사망자 감소 전국 1위 성과를 달성하였습니다. 최근에는 마을주민 보호구간 확대, 횡단보도 조명시설 개선 등 생활밀착형 안전사업을 확대하고 사고 잦은 위험구간도 적극적으로 개선하고 있습니다.

Q_ 마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A_ 코로나19로 인해 업계에서 많은 어려움을 겪고 계신 만큼 우리 세종시에서도 건설산업 전반에 활력을 불어넣을 수 있도록 정책적 소임을 다할 것입니다. 어려운 문제들은 도로협회와 함께 업계 목소리에 귀 기울여 협력하며 풀어갔으면 합니다. 세종시에서도 건설산업을 활성화하기 위해 다양한 건설투자 계획을 모색하여 중앙정부, 유관기관과 함께 협업해나가도록 하겠습니다. 모쪼록 2021년 새해 복 많이 받으시고 건강 지키시기를 바랍니다. 감사합니다. 🇰🇷





신공항하이웨이(주)

전영봉 대표이사를 만나다

“인천공항공속도로는 대한민국을 세계의 중심으로 안내하는 길”
 “개통 20년 맞은 인천국제공항공속도로, 고객 감동 서비스가 모든 직원의 소명”



인천은 우리나라의 고속도로 역사가 시작된 곳이다. 우리나라 제1호 고속도로인 경인고속도로가 1969년 7월 개통되었고, 2000년 11월 국내 최초 민자고속도로인 인천국제공항공속도로가 개통되었다. 경인고속도로가 우리나라의 근대화와 산업화를 이끌었다면, 인천국제공항공속도로는 정보화·세계화 시대에 아시아의 중심으로 도약한 대한민국의 관문 고속도로이다.

신공항하이웨이(주)는 인천국제공항공속도로를 운영하는 특수목적 법인이다. 인천국제공항이 세계적인 허브공항으로 자리 잡은 것도 모범적인 도로운영을 통해 고객의 안전을 지키고 민간의 창의성을 바탕으로 도로문화를 선도하고 있는 신공항하이웨이(주)가 있기 때문이다. 제161호의 인터뷰에서는 인천국제공항공속도로 20주년을 맞이하여 신공항하이웨이(주) 전영봉 대표이사를 만났다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

Q_ 전영봉 대표님, 안녕하세요. 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A_ 안녕하세요. 신공항하이웨이(주) 대표이사 전영봉입니다. 우리 회사에 방문해주셔서 감사합니다. 우리 신공항하이웨이(주)는 인천국제공항공속도로를 관리하고 운영하는 회사이며, 인천국제공항공속도로는 세계와 대한민국을 연결하는 국가의 관문으로 도로 그 이상의 의미와 가치를 지닌 중요한 사회기반시설이라고 말씀드리고 싶습니다.

Q_ 인천국제공항공속도로의 개통 20주년을 진심으로 축하드립니다.

A_ 감사합니다. 앞으로도 우리 임직원들은 고속도로의 제 기능뿐만 아니라 선진 도로문화의 가치를 담아 대한민국의 경쟁력을 높인다는 사명감으로 최선을 다하겠습니다.

Q_ 인천국제공항공속도로에 대해 간단하게 소개 부탁드립니다.

A_ 최근 코로나19로 국내외 이동이 제한되어 교통량이 감소하였지만, 해외여행이 일상이 된 요즘 인천국제공항공속도로를 한번 이상은 이용해 보셨을 겁니다. 인천국제공항공속도로는 한강의 방화대교에서부터 인천국제공항을 연결하는 총 연장 38.2km의 고속도로입니다. 우리 고속도로에는 41개의 교량과 2개의 터널이 있습니다. 많은 분들이 아시는 영종대교는 기와지붕의 처마곡선을 형상화한 세계 최초의 3차원 자정식 현수교로서 도로와 철도가 통행하는 해상 특수교량이며, 이륙하는 비행기를 연상시키는 선홍색 디자인의 방화대교는 대한민국 토목의 기술력과 아름다움을 동시에 보여주고 있다고 생각합니다.

Q_ 신공항하이웨이(주)의 조직과 인원, 하시는 일이 궁금합니다.

A_ 네, 신공항하이웨이(주)는 민자유치촉진법 제정 이후 사회간접시설에 대한 제1호 민자유치시설사업으로 지정된 인천국제공항공속도로의 사업시행자입니다. 우리 회사는 기획관리부, 도로운영부, 운영지원부, 재난안전부 등 1실 4부의 조직으로 55명이 함께하고 있으며, 고속도로 유지관리, 교통안전 관리, 교통정보 제공, 고객 응급지원, 고속도로 시설물 및 주변 조정 관리, 영업소 및 휴게소 운영뿐만 아니라 고속도로 사업 컨설팅, 사회공헌 활동 등을 수행하고 있습니다.



Q_신공항하이웨이(주)가 지역발전을 위해 도로의 기능을 확대한 사업이 있다면 말씀해주세요.

A_ 당초 인천국제공항고속도로는 인천국제공항의 접근시설로 계획되어 정시성 확보를 위해 지역 간 진·출입을 배제하여 건설되었습니다. 그러나 국토교통부에서 청라국제도시 등 인천 서·북부 지역주민에게 서울 접근 편의를 제공하기 위하여 청라 IC를 건설하였으며, 인천국제공항고속도로 서울방향 진·출입을 허용하면서 2013년 7월부터 청라IC를 국토교통부로부터 위탁받아 운영 중입니다. 향후 가칭 한상IC, 검단IC 등 추가 진·출입 시설이 예정되어 있기 때문에 주변 지역발전과 지역주민의 편의에 도움이 될 것으로 기대하고 있습니다.

Q_신공항하이웨이(주)는 고속도로에서 일어나는 다양한 돌발상황에 대비하기 위해 노력하고 있습니다. 관련하여 고속도로에 구축한 시스템이 있다면 소개 부탁드립니다.

A_ 우리 고속도로고속도로는 돌발상황을 보다 빠르게 대처하기 위해 전 구간을 한눈에 볼 수 있는 모니터링 시스템을 갖추고 있습니다. 특히, 89대의 CCTV는 낙하물뿐만 아니라 작은 사고도 확인하여 신속하게 처리할 수 있으며, 영종대교 구간의 잦은 안개나 폭우 등 악천후에도 돌발상황을 자동 감지하는 레이더검지기 18대, 개화터널 내 돌발상황을 자동 감지하는 영상유고검지기 12대, 기상정보시스템 7대를 고속도로 전 구간에 설치하여 크고 작은 상황에 대비하고 있습니다. 또한 실시간으로 수집되는 정보를 도로전광판 24곳, 차선제어시스템 7곳, 528개의 비상방송 스피커를 통해 즉시 제공하고 있습니다.

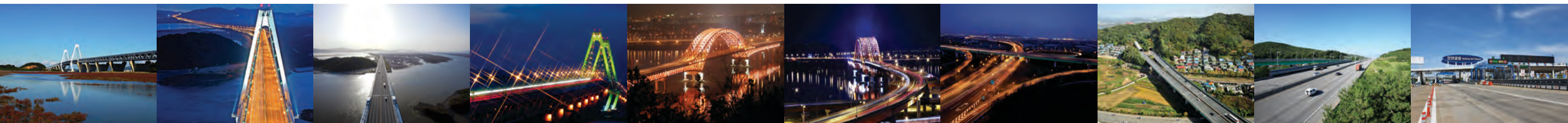
Q_인천국제공항이 지속적으로 최우수 공항으로 선정되는 배경에는 신공항하이웨이(주)의 노력도 한몫했다고 생각합니다. 인천국제공항고속도로를 이용하는 고객의 안전과 만족도 향상을 위해 추진한 사업이 있다면 소개해주세요.

A_ 무엇보다 우리 고속도로는 세계 최고의 IT 기술과 지능형교통시스템 기술이 전면 도입된 스마트하이웨이입니다. 특히, 2017년 국내 최초로 영종대교 구간에 기후반응 지능형 가변속도단속시스템을 설치하여 운영하고 있으며, 2018년에는 인천공항영업소에 개방식 고속도로 최초로 다차로 하이패스를 설치하여 운전자의 안전과 만족도 향상을 위해 노력했습니다. 2020년에는 고속도로 전 구간에 설치된 6,000여 개의 가로등을 고효율 LED등기구로 교체하여 에너지 절감뿐만 아니라 밝은 상태에서 안전운전 할 수 있도록 하였습니다. 최근에는 서울방향 인천공항영업소 진입 전 약 1km 지점에 졸음쉼터인 비상주차대를 설치하여 공항방향 영종대교휴게소와 함께 양방향 고객 쉼터 공간을 제공하고 있습니다.



Q_말씀하신 기후 반응 지능형 가변속도단속시스템을 신공항하이웨이(주)에서 최초로 적용하였는데, 시스템에 대해 간략하게 설명 부탁드립니다.

A_ 영종대교는 해상교량이기 때문에 기상상황에 매우 민감 구간입니다. 우리 회사는 교통사고 예방과 이용자의 안전을 위해 국토교통부, 인천지방경찰청과 협의하여 기상 상황에 따라 속도를 단속하는 기후반응 지능형 가변속도단속시스템을 2017년 최초로 설치하여 운영하고 있습니다. 영종대교 양방향에 각각 1개소씩 운영 중이며, 기상상황에 따라 통행속도를 100·80·50·30km/h·폐쇄로 제한하고 있습니다. 기상정보수집장치에서 기상정보를 수집하고, 유형별 심각 정도를 판단하여 인천지방경찰청과 가변속도 조정을 협의하며, 가변정보표지판 4개소, 가변제한속도표지판 18개소에 가변제한속도를 안내한 후에 구간 단속카메라 4개소에서 단속을 자동적으로 시행합니다.



Q_영종대교에 기후 반응 지능형 가변속도단속시스템을 도입한 후로 교통사고가 감소하였나요?

A_ 네, 기후 반응 지능형 가변속도단속시스템 운영 이후 영종대교 구간에서의 교통사고는 설치 이전인 2016년 대비하여 29% 이상 감소하였습니다. 참고로 이 시스템은 국제도로연맹(International Road Federation)에서 교통안전분야 최우수 프로젝트로 선정되어 2018년 11월 GRAA(세계도로업적상, Global Road Achievement Awards)을 수상한 이력이 있습니다. 국내에서는 2017년 한국도로공사가 수상하였고 민자고속도로는 우리 회사가 최초로 수상한 것입니다. 우리 민자고속도로 유지관리 기술이 세계적으로 인정받고 그 우수성을 널리 알릴 수 있게 되어 매우 기쁘게 생각합니다.

Q_신공항하이웨이(주)는 유관기관과의 안전점검과 훈련에 앞장서고 있습니다. 최근에는 어떤 점검과 훈련에 집중하셨나요?

A_ 지난 11월에는 인천광역시, 인천지방경찰청, 인천소방본부119특수구조단 등 11개 유관기관 협조체제를 구축하여 겨울철 폭설로 인한 제설작업과 교통사고에 대응하는 역량을 점검하는 합동훈련을 실시하였습니다. 6월에는 2020년 국가핵심기반 관리실태 및 국가안전대진단 기간에 한국시설안전공단과 영종대교, 개화터널 등 주요 시설물 합동점검을 실시하였습니다. 또한, 관련 법령에 따라 교량 및 터널에 대한 정밀안전진단 및 안전점검을 외부 전문기관을 통하여 시행하고 있습니다.

Q_겨울철 고속도로에서 폭설 및 도로살얼음으로 인해 대형사고가 끊임없이 발생하고 있습니다. 인천공항 고속도로에서는 겨울철 도로안전에 어떻게 대응하고 있나요?

A_ 네, 우리 고속도로는 겨울철 사고를 예방하기 위해 매년 11월 15일부터 다음해 3월 15일 까지 24시간 상시 제설준비체제를 가동하고 있습니다. 해당 기간 동안 순찰강화뿐만 아니라 결빙취약구간도 별도로 선정하여 집중 관리하고 있습니다. 특히, 해상교량인 영종대교는 겨울철 도로살얼음과 결빙에 취약하기 때문에 예방적 제설작업을 지속적으로 시행하고 있습니다. 또한 한 번에 최대 13미터까지 분사되는 '차량용 액상 제설제 살포장치'를 자체 개발하여 현장에 적용하고 있고, 도로주변 환경과 이용차량 피해를 최소화하기 위해 친환경 제설첨가제도 적용하고 있습니다. 톨게이트 하이패스 차로와 진·출입 램프 13개소 구간에는 원격 자동염수분사 시설을 구축하여 운영하고 있습니다.



Q_신공항하이웨이(주)는 고속도로 유지관리를 넘어 도로환경과 문화 측면에서도 많은 볼거리를 제공하고 있기 때문에 민자고속도로의 모범이 되고 있습니다. 몇 가지만 소개 부탁드립니다.

A_ 우리 임직원들은 '우리나라의 첫 인상은 우리가 만든다'는 생각의 사명감으로 일하고 있습니다. 도로 이용객과의 소통도 중요한 임무라고 생각합니다. 우리 고속도로 주변에는 무궁화, 갈대 등 색색의 꽃들과 소나무, 물푸레나무 등 향토 수종이 계절마다 다양한 모습으로 국내·외 고객을 맞이하고 있습니다. 또한 국내 고속도로에서 처음으로 시공한 투명 유리 방음시설은 아름다운 풍경을 그대로 담아 자연과의 조화 속에 쾌적한 주행을 제공하고 있습니다.



Q_영종대교 초입에 위치한 영종대교휴게소는 다양한 볼거리와 체험을 제공하는 새로운 문화공간으로 자리 잡으며 국내·외 여행객들에게 사랑받는 문화공간입니다. 어떤 볼거리를 제공하나요?

A_ 네, 영종대교휴게소는 기존에 운영되던 영종대교기념관을 리모델링해 2014년 5월부터 휴게소로 운영해 오고 있습니다. 언제 한 번 인천공항 오시는 길에 잠시 들리 전망대에 오르시는 것을 추천합니다. 서해바다와 정서진의 풍경이 가슴을 탁 트이게 합니다. 휴게소 광장에는 우리 단군신화를 스토리로 담은 작품인 23m의 포춘베어가 있으며, 이 포춘베어는 세계 최대의 스틸 조각으로 기네스 월드레코드로부터 공식 인증을 받은 작품입니다. 휴게소 안에는 영종대교 건설 영상과 모형, 고속도로 발자취를 담은 교량과학관과 느린우체통이 있습니다. 느린우체통에 접수된 편지는 1년 후 배달되는데, 2009년부터 현재까지 고객들의 손편지는 약 18만 통 이상이 접수되었을 정도로 인기가 높습니다.

Q_신공항하이웨이(주)는 기업의 사회적 책임에도 적극 나서고 있습니다. 다양한 사회공헌활동을 추진하고 있는데 몇 가지만 말씀해주세요.

A_ 네, 우리 신공항하이웨이는 지역농촌 일손돕기 봉사 활동, 겨울철 취약계층 김장지원, 결손가정 학생 장학금 전달, 무료급식 봉사 활동, 독거노인 경로잔치 지원 등 매년 봉사 지원에 나서고 있고, 어린이 교통사고 예방을 위한 어린이 교통안전 그림 그리기대회 개최, 지역 학교발전기금 지원 등을 통해 학생들의 교통안전 의식을 고취하고 지역 교육여건 개선에도 힘쓰고 있습니다. 2020년부터는 자동차사고 피해가정 대학생 유자녀 장학금 지원, 코로나19 성금 기탁 등을 추가 시행하였으며, 앞으로도 계속적으로 기업의 사회적 책임을 위해 노력하겠습니다.

Q 인천국제공항고속도로가 국토교통부 민자고속도로 평가에서 3년 연속 동안 최우수 등급을 받았습니다. 그만큼 많은 노력과 투자를 아끼지 않았을 텐데요.

A 네, 인천국제공항고속도로를 관리하는 우리 신공항하이웨이가 민자고속도로 운영평가에서 3년 연속 최우수등급을 획득한 데에는 협력사를 포함하여 약 300여 명의 숨은 노력이 있었기 때문입니다. 우리 고속도로는 이번 2020년 평가에서도 도로안전성과 도로공공성 분야에서 우수한 점수를 받았습니다. 국토교통부의 민자고속도로 운영평가 결과를 바탕으로 부족한 부분을 보완하여 보다 안전하고 편리한 고속도로로 거듭날 수 있도록 노력하겠습니다.

Q 정부에서 민자고속도로 공공성 강화를 위한 목적으로 통행료 인하, 관리감독 강화 등 적극 나서고 있습니다. 관련하여 인천국제공항고속도로의 통행료가 재정고속도로에 비해 비싸다는 여론도 있는데, 현재 통행료 인하 검토가 진행되고 있나요?

A 사실 통행요금을 기한 제한 없이 회수하는 재정도로보다는 정해진 운영기간인 30년 동안 회수해야 하는 인천국제공항고속도로의 요금은 비쌀 수밖에 없는 구조입니다. 통행료가 비싸다는 여론과 정부 정책에 부합하기 위해 우리 고속도로는 개통 이후에 국토교통부와 협의하여 2번의 통행요금을 인하하였지만, 아직도 재정도로 보다는 상대적으로 통행료가 높은 수준입니다. 이에 지난 2020년 6월 통행료 인하 연구용역을 추진하기 위해 국토교통부와 사업구조 개선방안 검토연구 추진 합의를 체결하였고, 9월부터 한국교통연구원 등 외부기관을 통해 연구용역을 추진하고 있습니다. 연구용역은 1년 정도 소요될 것으로 예상되는데, 연구용역 결과에 따라 추가적으로 통행료 인하가 가능한 대안이 모색될 수 있을 것으로 보입니다.

Q 현재 19개의 민자고속도로가 운영 중이고, 5개의 민자고속도로가 건설 중입니다. 앞으로도 민자고속도로 건설 수요는 증가할 것으로 보이는데, 민자사업 활성화와 공공성 강화 모두 만족하기 위해서는 어떤 점이 강조되어야 한다고 보십니까?

A 네, 금년 초 정부에서 '사회기반시설에 대한 민간투자사업 혁신방안'을 통해 민자사업 활성화와 공공성 제고를 위해 노력한다고 발표했습니다. 최근 코로나19로 인한 국제적 쇼크로 국내 경기도 얼어붙었는데, 이런 상황에서 민자도로 사업은 부족한 정부재정을 보완하면서 증가하는 교통 수요를 처리하는

효과적인 대안이라고 생각합니다. 하지만 민자사업은 재정사업에 비해 추진 절차가 복잡하고 상대적으로 높은 통행료, 지역사회의 잦은 비난 등에 직면하고 있기 때문에 투자에 많은 어려움이 있습니다. 민자사업의 활성화를 위해서는 민·관에게 보다 다양한 인센티브 방안이 마련되었으면 좋겠습니다. 물론 민자사업 시행자는 사업에 대한 시장성, 투명성, 적절한 수익성을 위해서 보다 노력해야 할 것입니다.

Q 민자고속도로 대표기관으로서 한 말씀 부탁드립니다.

A 1995년 인천국제공항고속도로 착공으로 시작된 민자고속도로는 현재 총 연장이 800km가 넘고 전체 고속도로의 약 16% 이상을 차지하고 있습니다. 민자고속도로는 SOC 투자 활성화뿐 아니라 도로 서비스 개선, 고용 창출 등 우리나라의 사회적·경제적 성장에 큰 도움이 되었던 것은 부정할 수 없는 사실입니다. 정부의 부족한 국가재정을 보완하고 국민의 인프라 수요를 충족시킬 수 있는 민간투자사업이 활발해지기를 기대하며, 우리 신공항하이웨이가도 최초 민자고속도로 사업자로서 대한민국 민간투자사업의 성공과 활성화를 위해 노력하겠습니다.

Q 마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A 대한민국의 관문 도로인 인천국제공항고속도로를 운영하는 우리 임직원들은 '우리가 대한민국의 첫 이미지'라는 자부심과 동시에 책임감을 느끼며 일하고 있다는 점을 말씀드리고 싶습니다. 인천국제공항고속도로가 지난 20년 동안 우리나라 고속도로 역사에 새로운 문화를 만들어 온 것처럼 앞으로도 고객들의 편의와 안전을 위해 노력과 투자를 아끼지 않겠습니다. 협회에서도 민자고속도로에 대한 관심과 목소리를 함께 이어나갔으면 합니다. 독자 여러분 모두 건강에 유의하시기 바랍니다. 감사합니다. 🇰🇷



전영봉 대표이사 이력

- 한국교직원공제회 경영지원부장
- 한국교직원공제회 해외투자부장
- 한국교직원공제회 금융투자부장
- 한국교직원공제회 경영전략기획실장





도로 유지관리 및 가설교량 선두주자 지엘기술(주) 윤홍구 대표이사를 만나다.

“도로 유지관리는 국민 생활안전과 삶의 만족에 큰 영향”
“고품질 도로건설과 유지관리를 선도하기 위해 노력할 것”



지엘기술(주)는 1998년 창립 이후 도로건설 및 유지관리 분야에서 다양한 기술과 공법을 개발하며 건설 현장에 적용해왔다. 특히, 연구개발에 아낌없이 투자하여 대한민국 가설교량 및 시설물 유지관리 분야에서 우수한 기술들을 축적하며 특정한 중견기업으로 자리 잡았다. 지엘기술은 사회간접자본인 도로 유지보수의 선봉에 선다는 각오와 열정으로 고속도로와 국도 유지보수, 재해예방 및 복구업무를 그 어느 기업보다 성실히 수행하고 있으며, 안전하고 적용성이 우수한 공법의 현장적용뿐만 아니라 도로의 제 기능을 유지하기 위해 노력 중이다. 제161호의 인터뷰에서는 지엘기술 윤홍구 대표를 만났으며 그동안의 사업과 소고에 대해 인터뷰하는 시간을 가졌다. 다음은 인터뷰 내용 전문이다.



Q_ 윤홍구 대표님, 안녕하세요. 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A_ 안녕하세요. 지엘기술 대표이사 윤홍구입니다. 도로교통 저널을 통해 인사드리게 된 것을 무척 기쁘게 생각합니다. 관심을 가져주시고 지엘기술에 방문해주셔서 감사합니다.

Q_ 지엘기술을 이끄시는 대표로서 그동안의 소회 한 말씀 부탁드립니다.

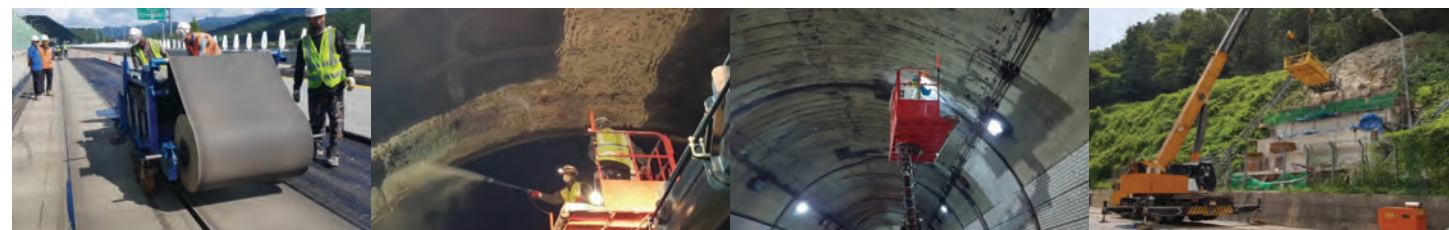
A_ 지엘기술은 1998년 창업 이후 도로건설 및 유지관리, 가설교량, 도로 신기술 공법개발 분야에서 다양한 사업을 해왔습니다. 그동안 임·직원들의 노력과 기술로 발주처뿐만 아니라 협력사에게 신뢰받는 기업으로 성장해왔다고 자부합니다. 우리 지엘기술은 사회간접자본인 도로의 업계에서 선봉에 선다는 각오와 신뢰로 고속도로와 국도건설, 유지보수, 재해복구, 예방업무를 성실히 수행하고 있습니다.

Q_ 지엘기술의 인력현황과 주요 사업에 대해 소개 부탁드립니다.

A_ 네, 지엘기술은 56명의 직원들이 힘을 모아 시설물 보수보강, 가설교량 건설, 도로 유지보수 등의 사업을 진행하고 있습니다. 우선 교량, 터널, 도로포장, 안전시설물 등 사회간접자본의 기능을 보전하고 이용자의 안전을 위한 시설물 유지관리와 안전진단 사업을 진행하고 있으며, 교통의 우회, 장비 이동통로 확보 등을 위해 한시적 목적으로 설치하는 가설교량 시설물 설치 사업도 진행하고 있습니다.

Q_ 최근 지엘기술에서 수행한 대표적인 프로젝트가 있다면 말씀해주세요.

A_ 최근에 옥동교 노후교량 보수보강 및 기초인상 공사, 전라선 신리-죽림온천역간 죽림고가교 보강공사, 국도6호선 용문터널 시설물 보수공사, 수영터널 보수보강 공사 등 시설물 유지관리 사업과, 호남고속도로, 순천완주고속도로 등에 연간 유지보수 계약을





체결하여 사업을 진행했습니다. 그리고 광주외곽순환고속도로, 영산강변도로, 언양~영천간 고속도로, 일로~몽탄간도로, 구리~포천고속도로, 압해~암태 도로건설 공사, 경부고속도로 지하화 사업 구간 등에 가설교량을 설치하였습니다. 말씀드린 사업들은 우리 회사가 개발하고 국가로부터 지정받은 신기술을 적용하였습니다.

Q_ 말씀하셨듯이 지엘기술은 자체개발한 신기술 공법으로 다양한 건설 프로젝트에 적용해왔습니다. 지엘기술이 보유한 대표적인 신기술을 소개해주세요.

A_ 지엘기술은 국가에서 지정받은 방재신기술과 건설신기술을 보유하고 있습니다. 물론 특허기술도 20개 이상 확보하고 있습니다. 이 모든 기술이 우리 지엘기술을 이끄는 힘입니다. 특히 도로사업에 적용된 대표적인 기술은 방재신기술 90호와 102호입니다. 방재신기술 90호는 Mechanical Auto System(MAS)이라는 공법인데, 유량제어형 안전책을 이용한 변위제어방식의 교량 동시 인상공법입니다. 기존에 많이 사용하는 공법에서 발생하는 안정성 부족과 인상의 문제점을 해결하였으며, 전용 제어 프로그램에 의한 자동화 시스템을 사용하여 경제성과 안정적인 시공성을 확보한 교량인상 공법입니다. 그리고 방재신기술 102호는 Girder type Temporary Bridge(GTB)라는 가설교량 공법입니다. 지엘기술의 GTB 가설교량 공법은 경제성과 안정성을 획기적으로 확보하였습니다. 참고로 한시적 목적으로 설치하는 가설교량은 교통의 우회 및 장비 이동통로의 확보, 사전재해 위험성 방지, 환경보호 등을 감안하여 강구조물로 제작하고 있습니다.

Q_ 지엘기술의 대표기술인 GTB 가설교량 공법은 다양한 건설구간에 설치하고 있는데 발주처의 만족도가 높다고 들었습니다. 공법에 대해 자세한 설명 부탁드립니다.

A_ 저희 가설교량 공법을 높이 평가해주셔서 감사합니다. GTB 기술은 지점부 강성을 증가시킨 변단면 거더로 최적화된 단면을 보유한 공법입니다. 특히 지점부에 강성이 큰 판형거더를 설치해 지점부 모멘트를



“ GTB 가설교량 공법은 국가로부터 인정받고 있는 지엘기술의 대표기술 ”

증가시켰고, 일체형 복공판을 사용해 거더와 일체화시켰기 때문에 강재량을 최소화하여 공사비를 획기적으로 절감할 수 있는 가설교량입니다. 또한 가설교량의 공기 단축으로 전체 공정 단축 효과도 기대할 수 있으며, 형고 증가 없이 장지간 가설교량 구현이 가능하여 통수단면적 확보에 유리하고 가교접속부의 토공부 절감으로 공사비와 공기절감을 기대할 수 있습니다. 아울러 하중조건이나 현장 여건에 따라 H-pile, 강관pile, 직접기초 등 하부 파일이나 복공판을 선택적으로 적용할 수 있습니다. GTB 공법은 2015년 방재신기술로 지정받았으며, 한국도로공사 신기술 적용 플랫폼인 도공기술마켓에도 등록되어 그 우수성을 국가로부터 인정받고 있는 지엘기술의 대표적인 기술입니다. 현재에도 건설이나 보수보강이 필요한 교량 구간에서 저희 가설교량이 설치되고 있습니다.

Q_ 가설교량은 도로나 교량공사 구역에서 눈에 띄는데요. 주로 어떤 현장에 적용하는지 궁금합니다.

A_ GTB 가설교량 공법은 최대 40m 장지간 가설교량이 필요한 경우, 재해 발생시 긴급 복구용 교량이 필요한 경우, 하천 구간 횡단시 본교량 설치를 위한 작업용 가설교량, 넓은 작업 공간 확보가 필요한 복공 구조물, 인도교 및 임시 보도육교, 거터 및 파일의 추가 없이 보도부 확장이 필요한 경우 등 다양한 구간에 적용할 수 있습니다. 최근 언양~영천고속도로, 수도권 제2외곽순환고속도로, 경부고속도로 동이~옥천 구간, 부산외곽순환고속도로, 경부고속도로 직선화사업 등 다양한 도로공사 현장에 적용하여 그 기술력을 인정받고 있습니다.



Q_ 지엘기술에서는 전국에 있는 고속도로와 국도의 시설물 보수보강과 도로 유지관리 사업도 추진하고 있는데요.

A_ 네, 지엘기술은 고속도로나 국도의 본선차단이 수반되거나 긴급성을 요하는 유지보수 사업과 도로 시설물 보수보강 사업도 수행하고 있습니다. 도로 유지관리 장비도 다수 보유하며 상시 점검뿐만 아니라 도로를 최상의 상태로 유지하기 위해 노력하고 있습니다. 특히 고속도로 구간의 도로시설물을 도로관리기관과 계약을 체결하여 토공, 배수공, 부대공, 구조물공, 교통안전시설 및 도로시설물 유지관리, 복구 등에 대해 보수공사를 수행하고 있습니다. 또한 노후 시설물 보수, 도로개량, 비탈면 보수 등도 수행하며 도로 이용객과 도로관리기관의 만족을 위해 노력하고 있습니다.

Q_ 최근에 기억에 남는 공사가 있다면 소개해주세요.

A_ 2016년 부산지방국토관리청에서 발주한 성주대교 개축공사 프로젝트가 인상에 남습니다. 1975년에 건설된 성주대교에 노후화가 심하게 진행되어 개축공사가 진행되었는데, 교량 옆에 GTB 공법을 적용하여 폭 10m, 연장 470m의 가설교량을 놓는 공사에 투입된 강교 자재만 3,800톤이었습니다. 자재만 따져보면 국내에서도 손에 꼽히는 대형 가설교량이었고, 3년의 개축공사 기간 동안 무리 없이 가교 역할을 충분히 해주었습니다. 그리고 지난 2016년 6월부터 2019년 2월까지 진행된 섬진대교 시설물 보수보강 프로젝트도 생각납니다. 섬진대교는 폭 18.5m, 연장 700m의 4차로 PSC 박스교량이었는데, 교각단면보수, 균열보수, 중성화 및 염해방지, 교량 기초부 단면보강과 수중부 단면보강, 파일보강 등 대대적으로 보수보강이 진행되었습니다. 프로젝트 준공 이후 세련되고 튼튼한 교량으로 탈바꿈했다는 평가를 받았던 사업이었습니다.

Q_ 앞서 대표님께서 사업수행의 원천이 기술에 있다고 하셨는데요. 지엘기술은 산학뿐만 아니라 정부기관과 함께 연구개발도 지속적으로 진행하며 투자하는 특별한 이유가 있나요?

A_ 지엘기술은 도로건설, 시설물 유지보수에 필요한 원천기술과 지식재산권 등 20건 이상의 기술을 보유하고 있습니다. 최근에도 기술력을 확보하기 위해 전남대, 목포해양대, 경남대, 경기대 등 지역 대학과 공동으로 연구개발 사업을 진행하였습니다. 도로 유지관리는 일반적인 기술도 통용되는 사업이지만 우리 지엘기술은 기술력, 경제성, 시공성 향상에 초점을 두고 연구개발에 매진했습니다. 연구에 대한 결과로 단면보수, 교량인상, 방수, 창호, 락핀, 지반보강, 그라우팅 분야에 특허기술과, 앞서 말씀드린 가설교

“ 국가로부터 인정받은 신기술과 특허가 사업의 활력이자 최고의 영업력 ”

량과 교량인상 등 방재신기술 2개, 하수관로 비굴착 보수보강 공법의 건설신기술 1개를 보유하게 되었습니다. 제가 항상 강조하는 부분이지만 전문업체가 자산가치를 높이고 성장 잠재력을 확보하기 위해서는 연구개발은 필수입니다. 국가에서 인정해주는 신기술이나 특허가 사업의 활력이고 최고의 영업력입니다. 저는 모든 임·직원들에게 연구개발의 중요성을 강조하고 있습니다. 신입사원뿐만 아니라 모든 직원들에게 정기적으로 기술교육을 진행하고 있고 연구개발도 참여시키며 기술 역량을 갖출 수 있도록 도와주는 게 저의 임무라고 생각합니다.

Q_ 지엘기술은 전라남도 장성군에 자체 공장을 보유하고 있습니다. 전 공정을 지엘기술 공장에서 생산하고 있다고 들었는데요. 간략하게 공장 소개 부탁드립니다.

A_ 네, 우리 지엘기술의 공장에서는 강구조물, 교량인상 장비, 금속제창 등 제품생산에 필요한 사출, 성형, 프레스, 조판, 도장 등에 필요한 모든 설비와 시설을 갖추고 있습니다. 모든 강제품은 공장 내에서 자체 생산하여 완벽한 품질관리 절차를 거쳐 발주처에 공급되기 때문에 타사 대비 우수한 가격경쟁력으로 납품하고 있습니다. 가격경쟁력을 바탕으로 고품질의 제품을 공급하기 때문에 발주처에서 우리 회사 기술과 품질을 인정하고 있는 것이라 생각합니다.

Q_ 종합건설업과 전문건설업 간 시장을 개방하는 내용의 건설산업기본법이 내년 1월부터 시행됩니다. 전문건설업의 경쟁력 강화를 위해 기존 29개 전문업종을 14개로 대업종화하면서 시설물유지관리 업종을 폐지하기로 했습니다. 많은 변화가 예상되는 시점에서 한 말씀 부탁드립니다.

A_ 네, 저도 시설물유지관리 사업자는 종합건설업 또는 통합전문업종 3개를 선택해서 전환해야 한다고 국토부 자료를 통해 접했습니다. 제가 알기로는 시설물유지관리 업체가 7,000개가 넘는데, 관련업체 모두





2023년까지 전문건설대업종 중 유지관리업종을 선택하거나 종합건설업으로 전환해야 한다고 파악하고 있습니다. 앞으로 도로, 교량, 터널과 같은 사회 기반시설의 노후화가 급속도로 진행되는 상황속에서 시설물유지관리업은 날로 중요해지고 있습니다. 우리 회사도 시설물유지관리 사업을 꾸준히 진행하고 있기 때문에 이 부분에 대해 많은 고민을 하고 있습니다. 지엘기술은 유지관리 분야에서 그 어느 기업보다 경쟁력이 있다고 생각합니다만, 법 개정으로 인해 업계와의 경쟁이 더욱 치열해질 것이 불가피하기 때문에 기술개발과 사업영역 확보에 더욱 노력할 방침입니다.

Q_ 노후화되고 있는 도로 인프라가 많아지면서 유지관리의 중요성이 높아지고 있습니다. 발주처에서도 도로, 교량 등의 유지관리에 다양한 스마트 기술을 적용한다는 방침입니다. 관련하여 유지관리 분야도 첨단산업과의 경계가 허물어지고 있는데 어떤 것에 주안점을 두고 있습니까?

A_ 네, 저도 우리 직원들에게 항상 강조하는 부분입니다. 하루가 멀다 하고 공학과 기술은 진일보합니다. 도로건설뿐만 아니라 유지관리 분야도 예외는 아니죠. 이미 엔지니어링 분야에서는 국내에서도 BIM 도입을 의무화하고 있고, 이미 도로 건설현장에는 드론, 무인자동장비 등이 사람과 함께 일하고 있죠. 저도 산업의 격변기를 겪는 세대이기도 하고 이제는 직원들을 책임지는 사람으로서 큰 숙제인 것은 분명합니다. 지난 과거를 돌이켜보면 도로 유지관리 종사자의 전문성과 기술력 부족으로 유지관리 기술에 한계가 있었던 것도 사실입니다. 하지만 20여 년을 돌이켜 보면 도로 유지관리에 다양한 노하우가 쌓이고 있고, 설거나 시공 못지않게 유지관리 기술도 여러 가지 면에서 많은 발전을 이뤄왔다고 생각합니다. 최근에 저도 도로 구조물이나 유지관리 분야에서 기술적인 현안과제나 아이디어를 발굴하기 위해 직원들과 정기적으로 회의를 하고 있습니다. 아이디어는 연구개발 기획에 활용하고 있고, 도출되는 결과물 중에 우수한 기술이나 공법을 개발한다면 발주처에 적극 어필하여 현장에 적용시킬 예정입니다.

Q_ 지엘기술의 궁극적인 목표는 무엇입니까?

A_ 우리 지엘기술의 목표는 발주처와 협력사에게 신뢰와 만족을 주고, 나아가 국민의 도로교통 생활 만족에 기여하는 것입니다. 회사가 좋은 기업이 되고 성장하는 비결은 직원들의 헌신과 노력이 있기 때문이라고

생각합니다. 이 자리를 빌려 우리 지엘기술의 임·직원들에게 항상 고맙다는 말씀을 드리고 싶습니다. 앞으로도 우리 지엘기술은 도로건설과 유지관리를 선도하기 위해 지속적으로 전문성 및 기술력을 보강하여 도로를 이용하는 국민들에게 최상의 서비스를 제공할 것을 약속드립니다.

Q_ 마지막으로 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A_ 도로의 패러다임이 도로건설에서 유지관리로 전환되고 있습니다. 최근 들어 정부에서도 도로건설뿐만 아니라 유지관리의 중요성에 대해서 다양한 정책과 방침들이 쏟아져 나오고 있습니다. 모든 국민이 매일 접하는 도로는 앞으로도 다양한 문제가 제기될 것이고, 도로 본연의 사회적 가치관의 변화도 불가피할 것 입니다. 하지만 거듭 도로의 변화와 문제가 야기되더라도 고품질 도로 유지관리, 원활한 교통흐름, 도로 안전기술은 어느 도로에서나 필요한 기본 요소일 것입니다. 도로 유지관리는 곧 국민 생활안전과 삶의 만족에 기여한다고 생각합니다. 도로 유지관리 종사자분들께서도 자부심을 갖고 일하셨으면 합니다. 앞으로 한국도로협회와 도로 유지관리업계 권익 향상을 위해 많은 시간 보냈으면 하며, 회원사들과 좋은 도로 만들어갔으면 합니다. 감사합니다. 🇰🇷

회사명	지엘기술(주)
주 소	(본사) 광주광역시 북구 하남대로 775번길 15 (수도권본부) 경기도 의왕시 양지편2로 11
홈페이지	http://giltech.co.kr



도로 분야 실증을 통한 스마트 건설기술 개발 방향

조성민 | 한국도로공사 스마트건설사업단 단장

1. 스마트 건설 추진 배경과 목적

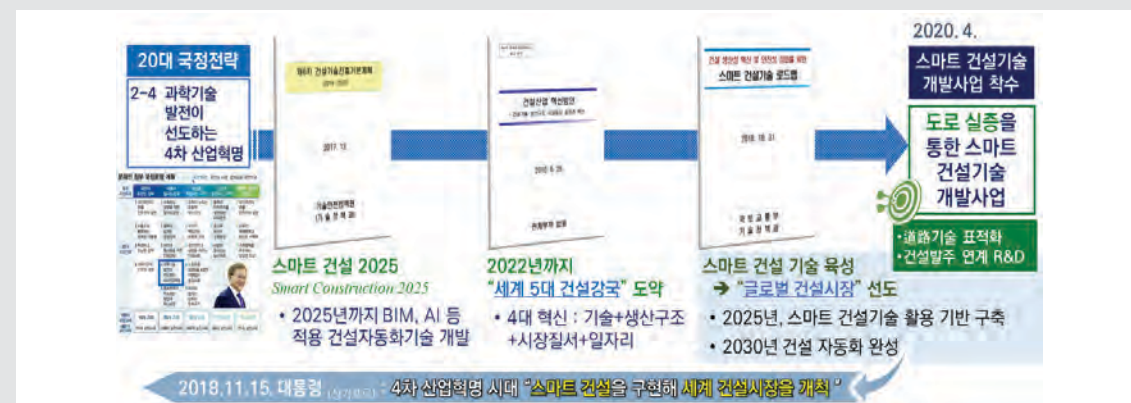
문명생활의 터전인 사회기반시설(SOC)을 만드는 우리의 건설산업은 GDP 내 투자비중의 15%를 차지하며 국민경제에 큰 기여를 하고 있으나, 노동시간당 생산성 저하, 안전사고 증가, 공사기간 연장 등의 문제로 양적 성장의 한계에 봉착해 있다. 지난해 건설투자액 중에서 SOC(토목) 분야는 74조 원으로서 2009년 104조원을 달성한 이후로 계속 감

소세이며, 2010년 716억 달러에 이르던 해외건설
수주액은 지난해 223억 달러로 급감하였다.

이러한 여건에서 스마트 건설은 산업의 지속가능성
확보를 위한 유일한 혁신의 계기로 여겨지고 있다.

국토교통부는 제6차 건설기술진흥기본계획(2018-
2022)에 생산성 및 안전성 향상 등을 위하여 건설
자동화 기술을 2025년까지 개발한다는 목표를 제
시하였으며, 구체적인 계획을 스마트 건설기술 로

〈그림 1〉 정부의 스마트 건설기술 단계별 발전 목표 (국토교통부, 2018)



〈그림 2〉 고속도로 설계의 전면 BIM 적용 계획 (한국도로공사 설계처, 2020)



드맵에 담았다(국토교통부, 2018). 여기서 정의한 스마트 건설기술은 전통적인 토목, 건축 기술에 디지털 설계(BIM), 사물인터넷(IoT), 빅데이터, 드론, 로봇, 인공지능(AI) 등 디지털 혁신 기술들을 융합하여 건설 전과정을 디지털화하고, 건설 장비 자동화, 가상 건설, 현장 안전관리 등을 통해 건설의 생산성과 안전성을 극대화하는 기술로서, 수요자를 지향하는 데이터 중심의 고부가가치 융복합 기술에 해당한다. 정부는 스마트건설지원센터, BIM센터 등을 설립하고, 기술형 입찰에서 스마트 기술 배점을 늘린 데 이어 BIM 적용을 독려하고 있다.

이러한 배경 속에서 정부는 예비타당성 조사를 거쳐 시장이 크고 기술축적이 많이 이루어진 도로 분야를 표적화하여 스마트 건설을 위한 국가R&D 사업을 추진하게 되었다. 도로를 건설하는 현장은 장대한 선(線) 공간을 통해 도심, 산악, 지하, 하천, 바다를 지나므로 지반조건과 공종이 복잡하고 다양하며, 그 정점에 있는 고속도로는 토공, 포장,

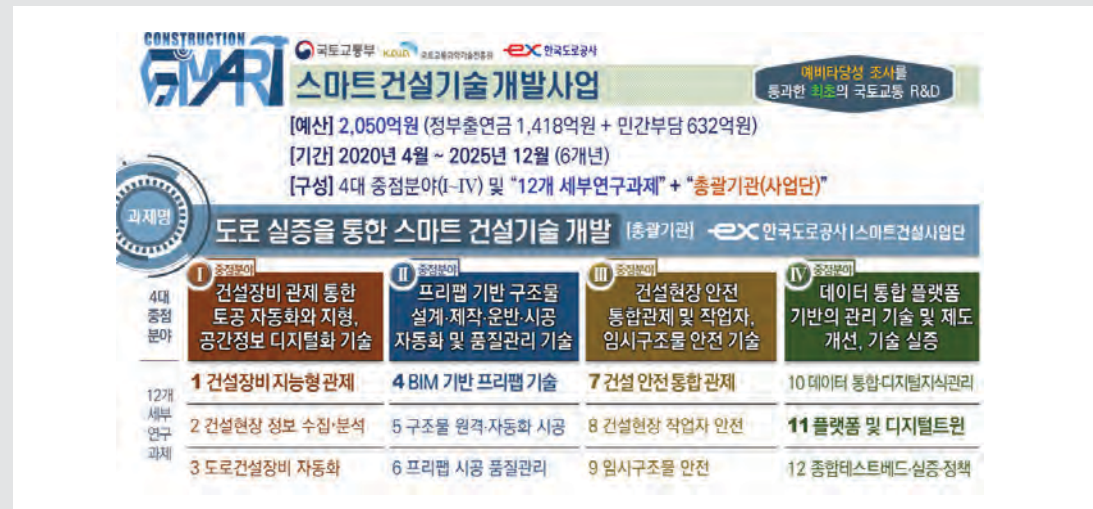
구조물, 건축, 기계, 전기, ICT 등 다양한 분야의 높은 기술력이 집적되는 특성을 가진다. 2019년에 SOC 분야에서는 국내 처음으로 전면 BIM 설계를 도입한 한국도로공사는 2021년부터는 고속도로 신설 설계를 100% BIM만으로 발주하게 된다.

2. 스마트 건설기술 개발 사업의 주요 내용과 계획

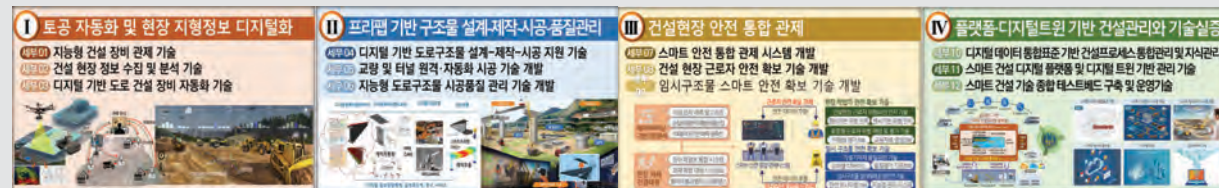
2020년 4월 국토교통과학기술진흥원이 한국도로공사, 스마트 건설기술 개발 사업의 총괄기관으로 선정하고 협약을 체결하면서 2025년까지 약 6년 동안 진행되는 대형 R&D사업이 착수되었다. 사업의 최종 목표는 건설 생산성 25% 이상 향상, 건설 공기 25% 이상 단축, 건설업 재해율 25% 이상 감소, 건설 생산과정의 디지털화 25% 이상 향상이며, 궁극적으로는 축적된 역량을 바탕으로 세계 스마트 건설시장에 진출하는 것이다.

이 사업의 내용은 정부의 '스마트 건설기술 로드맵'에서 설계와 시공에 해당하는 기술을 개발하고 실증하는 것이며, 1)토공 자동화 및 디지털 맵핑, 2)구

〈그림 3〉 스마트 건설기술 개발 사업의 총괄 개요



〈그림 4〉 스마트 건설기술 개발 사업의 4대 중점분야와 12개 세부 과제의 구성



조물 시공 자동화 및 프리랩 기반 구축, 3)스마트 건설안전, 4)데이터 통합관리 및 플랫폼 구축 등의 4대 중점분야로 구성된다. 각 중점분야는 3개씩의 세부 과제로 이루어져 있다. 12개 세부과제를 통해 총 29개의 구성기술들을 개발하도록 계획되어 있는데, 시장의 기술 변화 및 발전 속도가 매우 빠른 분야임을 고려할 때 이 구성기술들은 사업 추진 과정에서 반복적인 검토와 실증을 통해 수정되고, 진화되어야 할 것이다. 정부출연금 1,418억 원을 포함한 총사업비 2,050억 원을 투입하게 되며, 기업과 공공기관, 대학과 연구기관, 협회 등 단체에 소속된 1,000여 명의 연구진이 참여하고 있다.

2.1.1 중점분야 (1~3세부과제) : 토공 자동화 및 건설현장 공간정보 디지털화

건설장비 자동화와 관제를 통해 토공을 자동화하고 건설현장의 지형정보를 디지털화하여 전체 공정에서 활용하는 기술을 다룬다. 영상장비와 라이다를 장착한 드론과 차량 등을 이용한 자율계측으로 구성된 초정밀 3차원 디지털 지도를 기반으로 머신가이던스(MG), 머신컨트롤(MC)과 같은 도로 건설장비의 자동화 기술과 융합하거나, 장비의 실시간 관제에 활용하는 기술을 개발하고자 한다.

제1세부과제(한양대학교 주관)는 지능형 건설장비 관제기술 개발로서, 클라우드 기반의 디지털 설계 모델, 빅데이터 네비게이션, AI, IoT 센서 네트워크, 엣지 컴퓨팅, 건설현장에 최적화된 근거리 통신망, 정

밀 측위, 무인화 원격 환경 등의 기술들을 이용하여 토공 및 포장공 장비(그레이더/도저/롤러/페이퍼/덤프트럭 등)를 최적의 경로와 작업계획에 따라 배치하고 작동하도록 제어하며, 장비의 상태와 작업 정보를 효과적으로 모니터링함으로써 도로 건설 공사의 첫 공정인 토공과 마무리 공정인 포장 단계의 건설 생산성을 향상시키고자 한다. 지능형 건설장비 관제 플랫폼, BIM 및 GPS 기반의 장비 최적 경로 네비게이션(C-Map), 건설장비 자동화를 위한 MG/MC, 무인원격운영, 자율작업 기술을 개발하고, AI 기반 상황 인지 및 판단 기술과 엣지 클라우드 기반의 장비 관제를 통해 공사 참여자들이 토공 및 포장 공사의 설계·계획·작업·공간정보·건설장비에 관한 정보를 실시간으로 파악할 수 있도록 하는 기술을 개발한다. 또한 디바이스와 관제 플랫폼이 서로 통신하는 스마트 네트워크 기술 기반의 정밀 측위 기술, IoT 센서 네트워크와 엣지 컴퓨팅을 기반으로 하는 센서 무선화, 가상·증강현실 등을 활용한 관제 플랫폼 연계형 원격 조종 환경을 구성하는 기술을 개발하게 된다.

제2세부과제(한국건설기술연구원 주관)는 건설현장 정보의 수집·분석 기술 개발로서, 역시 토공과 포장공을 중심으로 지형정보 자율 계측 및 작업환경 정보 자동 센싱, 이에 기반한 초정밀 디지털 맵 생성 관리기술을 구현하게 된다. 자율운영이 가능한 드론 계측시스템 및 지상 무빙플랫폼(UGV) AI를 통해 취득한 현장 지형정보를 통합하여 토공사 및 포장 공사에 필요한 초정밀 디지털 지도를 생성하고, 공사가 진행되면서 계속 변화하는 지형을 자동으로 업데이트하는 기술을 개발한다. 그리고 AI, 네트워크 센싱 기술을 활용하여 수집된 건설현장 작업자와 장비의 작업수행정보, 현장의 환경정보 등 다양한 현장 빅데이터를 디지털

〈그림 5〉 디지털 관제로 작업하는 그레이더(출처 : Leica) 〈그림 6〉 드론 기반의 디지털 맵핑(출처 : 엔젤스윙)



지도와 통합하여 디지털 트윈 모델을 개발하고, 통합된 정보를 사이버물리시스템(CPS) 시뮬레이션 기술로 분석하여 AR/VR/MR 기술을 바탕으로 3차원 디지털 정보로 시각화하여 현장의 관리자, 작업자와 공유할 수 있도록 할 것이다.

제3세부과제(한국건설기술연구원 주관)는 도로 건설장비를 자동화하는 기술 개발로서, ICT와 로봇 기술을 적용한 건설장비를 활용하여 토공 및 포장 공사를 자동화하고, 장비와 연동하여 시공품질을 실시간으로 디지털화하여 평가 및 관리할 수 있는 시스템 개발을 목표로 한다. 고정밀 작업이 가능한 자율작업형 건설 장비 제어를 위하여 도로 건설장비의 자율작업 및 원격제어 기술, AI 기반의 경로 추종 주행기술을 개발하고, 시공 장비와 연동되는 포장 품질관리의 향상을 위해 포장 하부층 지능형 다짐관리 기술, 도로 포장 시공 및 품질관리 최적화 기술도 개발할 계획이다.

이들 3개 세부과제들의 기술은 서로 상호의존적이므로 각 세부과제의 모듈은 다른 세부과제들과 데이터를 주고 받는 방식으로 연계되어야 한다. 1세부과제의 클라우드 BIM의 기본 설계에 필요한 원지반의 디지털 모델은 2세부과제의 고정밀 3차원 지형 모델을 필요로 하며, 1세부과제의 관제 연동형 원격 스테이션도 3세부과제의 근거리 전자제어 원격기술과 연계하여 개발할 계획이다. 또한 1세부과제의 건설장비 관제 플랫폼은 2, 3세부과제의

〈그림 7〉데이터가 주도하는 디지털 엔지니어링의 발전 단계



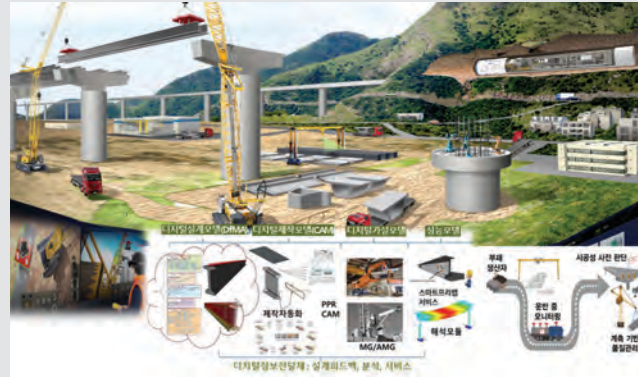
핵심 인터페이스 역할을 하면서 11세부과제에서 구축하는 스마트 건설 플랫폼과도 소통이 되어야 하므로 엣지 클라우드 기술을 통해 신뢰성 높고 안정적인 서비스를 제공해야 하고, 네트워크 및 통신 프로토콜도 사전에 조율해야 할 것이다.

2.2 Ⅱ 중점분야 (4~6 세부과제) : 프리팹 기반의 구조물 시공 자동화

건설산업 프로세스에 제조업의 특성을 도입하여 설계-제작-시공의 모듈화를 구현하는 기술을 개발하는 분야로서, 구조물 부재의 제작과 시공 단계의 프리팹(prefabrication)과 그 설계를 위한 DfMA(Design for Manufacturing and Assembly)를 모두 고려하고 있다. DfMA는 제작과 가설(시공)을 고려한 설계 기술로서, BIM과 같은 3D 디지털 모델링 설계가 근간이 된다.

제4세부과제(중앙대학교 주관)에서는 교량 등 도로 구조물 시공을 위한 프리팹 기술을 개발하며, 기존의 BIM 기술을 타 산업분야와 연계시킬 수준으로 높은 디지털 엔지니어링 모델의 개발과 실증, 콘크리트 및 강 재료 부재에 대한 프리팹 구조의 설계-제작-품질검사 기술 개발로 구분한다. 도급자-하도급자로 선형화된 현재의 건설산업 공급체계를 프리팹 공급자(제작자), 조립 및 가설, 설계자로 구성하여 전문화된 플랫폼 기업들로 구성된 네트워크 체계로 전환시키고자 한다. 각 단계 및 주체들 간의

〈그림 8〉디지털 모델링 및 프리팹 기술, 로봇 기술을 활용한 교량 및 터널의 시공 자동화 및 품질관리 개요



상호 연결은 디지털 엔지니어링 모델이 역할을 하게 되며, 그 모델 안에서 정의된 기술적인 데이터가 중심이 되는 '데이터 주도 엔지니어링(data-driven engineering)'이 중요한 개념이다.

제5세부과제(한국건설기술연구원 주관)는 교량과 터널 등 도로구조물의 원격 자동화 시공 기술을 개발하며, 교량 거더의 무인화 거치, 교각의 원격 및 무인화 시공, 머신러닝 기반의 터널굴착기(TBM) 자동화가 핵심요소이다. 거더 거치 무인화 기술은 이동식 크레인 기반의 자동운반시스템, 이동식 크레인의 지상 작업장 내 위험탐지 시스템으로 나뉜다. 원격 정밀거치 장비 개발에서는 원격 정밀 거치용 플랫폼과 매니폴레이션 시스템을 개발하며, 혼합현실 영상 기반의 실감형 원격 제어 기술도 포함한다. AI 기반의 TBM 운용 기술은 DB 통합관리시스템, 머신러닝을 활용한 자동운전시스템을 개발하며, 굴착 리스크 관리를 위한 TBM 굴진면 전방 예측 시스템도 포함된다.

제6세부과제(성균관대학교 주관)는 주로 인력에 의존한 현행 교량 구조물 시공 방식을 프리팹 기반의 디지털 및 기계화 기술로 전환하기 위한 품질관리 기술을 개발한다. 프리팹 교량 구조물 가설을 위해 거푸집 단계, 부재 제작 후, 운반·거치 단계, 가

설 후를 기준으로 형상 정밀검측이 가능한 기술을 개발하며, 3D 공간의 형상 측정과 제작 및 가설 단계의 오차를 파악하는 기술도 포함한다. 형상에 기반한 구조물의 시공성 판단을 위해 데이터 융합형 3D 형상을 신속하고 정밀하게 스캔하는 소프트웨어를 개발하고 있으며, 센싱 기술을 이용한 시공품질 관리를 위해 프리팹 부재의 운반 및 시공 중에 구조적 건전성을 실시간으로 확인할 수 있는 시스템도 개발한다. 이 개별 기술들을 통합하여 구조물 부재의 시공성을 판단하고 시공 품질을 모니터링하는 통합시스템을 개발하게 되며, 시공성 판단 및 시공 품질관리 기준도 수립할 계획이다.

2.3 Ⅲ 중점분야 (7~9 세부과제) : 스마트 안전 통합관제 기술

안전사고에 취약한 건설현장에서 작업자들의 안전을 확보할 수 있는 기술과 임시구조물의 안전성을 향상시키는 기술을 개발하며, 이를 통합하여 종합적인 안전관제시스템을 구축하고자 한다.

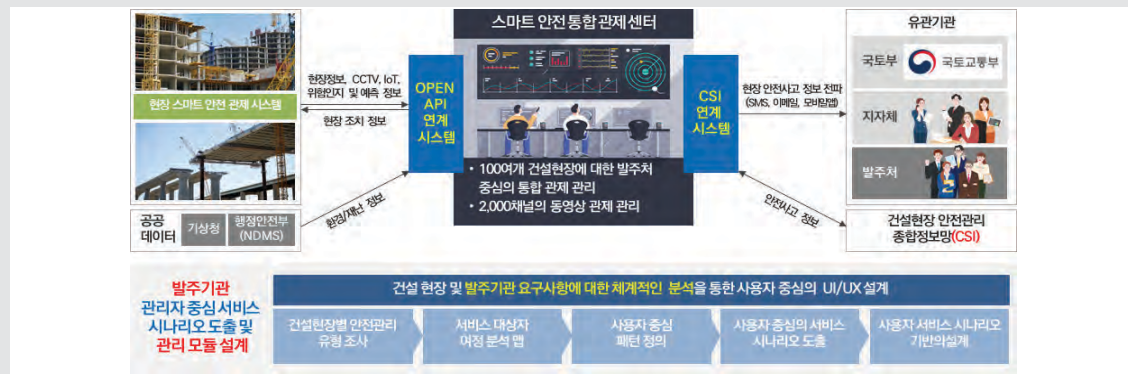
제7세부과제(국토안전관리원 주관)는 스마트 안전 통합관제시스템을 구축하는 것으로, 안전 데이터를 통합·분석하여 사고를 예방하는 통합체제를 개발하고 지속적인 운영을 위한 제도적 방안을 마련한다. 통합관제시스템은 안전분석기술과 긴급재해 대응기술, 그리고 관제센터로 구성된다. 데이터마이닝 기반의 분석기술은 사고DB 분석으로 위험요소의 시나리오를 구성하고, 작업자의 위치·건강, 임시구조물 안전, 건설장비 위치 등 안전 관련 데이터를 통합·분석하는 알고리즘을 개발하며, 사고·비용 분류체계 및 다차원 재해손실비용 분석모델을 포함한다. 긴급재해대응 기술은 굴착현장 침수 피해, 화재사고, 흠막이 붕괴 등을 예측하고 대응

한다. 디지털 트윈 기반의 통합관제시스템은 현장용과 발주자 관리용으로 나누어 개발한다. 안전분석이 가능한 엣지 컴퓨팅 시스템, 데이터를 현장-발주기관-관제센터로 연결하는 네트워크 기술, 안전관제용 BIM 도출 기술 등 디지털 트윈 기반 사고 예측 기술 등을 포함하며, 테스트베드를 통해 기술을 실증하고 법·제도를 마련할 예정이다.

제8세부과제(중앙대학교 주관)는 건설현장 작업자의 안전 확보를 위하여 작업자 위험요인 인지기술, 현장 맞춤형 위험예방 및 평가기술을 개발한다. 계획 단계에서 작업자 위험성 평가와 안전교육 기술, 시공 단계에서 영상에 기반한 위험인지 기술과 작업자 위치 및 생체정보 측정 기술을 개발하고, 물리적으로 위험한 작업환경 및 규정위반의 판별, 미인지 위험상황 경고, 위험상황 예측 등 위험을 사전에 예측하고 감지하여 제어할 수 있는 통합시스템을 계획하고 있다. 영상으로 위험을 인지하는 AI 및 작업환경 모델링을 위해 360도 카메라 등 다양한 영상 취득 장치로 최적의 정보를 얻고 운영 로지스틱스를 개발하며, 현장의 실제 작업환경을 모니터링 및 모델링 할 수 있는 기술을 개발한다. 실시간 영상 및 생성된 작업환경 모델 정보를 바탕으로 주요 5대 재해 유형에 대한 위험을 인지하기 위해 위험 상황별 특성을 고려한 최적의 이미지 인식 및 위험 판별 알고리즘도 만든다. 작업 상황별로 최적화된 스마트 안전보호구, 현장 맞춤형 VR 교육 콘텐츠도 제작한다.

제9세부과제(연세대학교 주관)는 임시구조물을 대상으로 안전기술을 개발하며, 가설기자재 품질관리, 임시구조물 설치·해체·운영 안전확보 기술로 구분한다. 가설기자재 품질관리를 위해 AI를 활용한 자재 품질 측정·정량화·관리 기술을 개발하고, 임시구조물 설치·해체·운영 안전 확보

〈그림 9〉디지털 트윈 기반 스마트 안전통합관제 시스템



를 위해 딥러닝 기반의 영상인식 기술, IoT 기반 센싱 기술을 활용해 임시구조물 객체의 식별, 프로세스 식별, 구조안전성 분석, 작업자 지원에 관한 기술을 연구한다. ‘거동 기반 구조(SfM, structure from motion)’ 방식의 3D 형상 모델링과 변형계측으로 자재의 파손·마모를 정량화하는 기술, ‘설명 가능한 인공지능(XAI, eXplainable AI)’을 활용한 손상검출 알고리즘, 자기센서(magnetic flux leakage sensor)로 50μm 이상 균열폭을 감지하는 휴대용 비파괴검사(NDT) 장치, 시각화 기술도 개발한다. 현장의 임시구조물을 실시간으로 모델링하는 기술과 모델링 데이터로부터 위험요소를 인식하는 기술은 영상데이터로 임시구조물의 설치·해체 단계를 모델링하여 설계도면과 일치 정도를 분석할 수 있게 하며, 임시구조물 사고 예방을 위한 IoT 기반 계측 솔루션도 포함된다.

2.4 IV 중점분야 (10~12 세부과제) : 데이터 통합, 플랫폼 구축 및 종합 테스트베드

다른 3대 중점분야에서 개발하는 기술을 실증하고, 데이터를 중심으로 플랫폼 기반의 네트워크 체계로 결합하여 건설생산 프로세스 전주기의 디지털 전환

을 실질적으로 가능하게 하는 핵심기술들을 개발한다. 건설 과정에서 발생하는 모든 데이터를 디지털화하여 축적하고 여러 이용 주체에 공유·유통하여 다양하게 활용할 수 있는 디지털 플랫폼 구축을 통해 디지털 데이터 중심의 현장관리, 디지털 트윈 기반의 과학적인 의사결정 및 원격(off-site) 현장관리 등이 가능하게 하고, 특히 건설 데이터가 준공 후 유지관리까지 연계되는 인프라 시설 생애주기 데이터 연계관리를 실현하는 등 건설산업의 구조를 디지털 기반의 고부가가치 산업으로 혁신할 수 있는 초석을 마련하게 된다.

제10세부과제(한백기술 주관)는 도로 분야 디지털 데이터의 통합표준에 기반하여 건설생산 프로세스를 통합적으로 관리하고 지식관리가 가능한 기술을 개발한다. 디지털 설계 모델(BIM 등)의 표준, 센서·자원·시스템 간 데이터를 통합적으로 연계하는 기준 등이 미흡한 여건에서 건설 데이터의 상호 운용성을 확보하고 신뢰성 높은 디지털 데이터의 통합 표준체계를 구축하며, 도로 건설을 위한 데이터의 통합 표준화 및 품질검증 기술, 디지털 정보 기반 스마트 지식관리 통합 체계 및 디지털화 인덱스 평가 기술, 통합 정보환경의 프리앱 공정지원

〈그림 10〉디지털 트윈 기반 공정정보 시각화 기술



인 스마트 딜리버리 시스템 등 세가지로 구분하여 연구한다. 이들은 다시 도로구조물 및 자원, 센서와 디지털 정보를 수집·관리·교환·공유하기 위한 데이터 통합 표준화, 링크드-데이터(linked data) 기반의 지식화, 데이터 신뢰성 확보를 위한 지능기술 기반의 데이터 품질검증 기술, 설계·시공 단계의 지식정보 제공을 위한 하이브리드 챗봇 시스템, 현장에서 발생하는 디지털 지식을 생성·통합·관리·활용하기 위한 스마트 지식관리 시스템과 디지털화 수준 측정을 위한 디지털화 지수(index) 개발, 일관된 생애주기 프로세스 환경을 지원하는 정보통합 플랫폼을 기반으로 모듈화 교량 등 프리앱 프로세스(발주/구매/제작/조달/조립/검사)를 통합적으로 지원하는 스마트 딜리버리 시스템 개발 등으로 세분한다.

제11세부과제(한국도로공사 주관)는 스마트 건설의 구현을 위하여 클라우드 기반의 플랫폼을 구축하고 운영하는 기술을 개발하며, 총괄기관이 직접 수행한다. 도로 건설 공정에서 발생하는 현장 및 장비, 작업자, 자재 등에 관한 모든 정보(원시데이터 및 비정형 데이터 포함)를 수집하여 데이터-레이크(data lake)에 체계적인 DB로 축적하여 관리하고, 클라우드 환경을 통해 현장별, 조직별, 관리주체별 최적화된 정보를 제공하게 된다. 디지털

플랫폼에 축적된 다양한 건설 데이터들을 디지털 트윈 모델로 구축하여 공정 리스크를 예측하고 공정을 시뮬레이션하며, 다양한 어플리케이션을 통한 서비스의 형태로 건설참여자 및 기업, 스타트업들이 새로운 비즈니스 기회를 만들어나가도록 지원할 것이다. 먼저, 도로 현장에서 센서 및 엣지 컴퓨터를 통해 IoT 기반으로 데이터를 실시간 수집하여 건설의 모든 단계에서 활용하고, 다양한 유무선 통신으로 현장의 장비와 시설들을 제어하는 기술을 개발한다. 설계와 시공 중에 발생하는 장비·인력·자재·안전·환경과 관련된 방대한 원시정보를 데이터-레이크로 구축하고, 데이터 저장관리와 분석을 분리하여 다양한 분석과 활용을 지원한다. 그리고 현장 및 관리주체별로 유연하고 효율적으로 플랫폼을 운영할 수 있는 클라우드 기반의 디지털 인프라 기술을 개발한다. 실제 인프라를 가상화하고 시각화한 디지털 트윈을 구축하여 현장을 관제하고, 사전에 공사를 시뮬레이션하여 비용, 공기, 최적 자원, 작업간섭, 위험요소, 공정변경, 피해, 리스크 등을 분석할 수 있도록 하고, 이 과정에 AI 기술을 활용할 수 있다.

제12세부과제(한국도로공사 주관)에서는 앞서 설명한 스마트 건설기술의 실증과 실용화 촉진을 위하여 종합적인 테스트베드를 구축하고 운영한다. 개발된 기술을 적용·검증하여 즉시 실용화 또는 실용화 발판을 마련하고, 나아가 세계시장 진출을 위한 국산기술의 패키지·브랜드화, 스마트 건설 생태계 조성을 목표로 한다. 한국도로공사는 2019년 착공한 양평-이천 고속도로 건설사업(4개 공구 19.4km)을 스마트 건설 특화노선 및 종합 테스트베드로 지정하였고, 이 외에도 다양한 조건의 실제 현장을 중심으로 추가 후보지를 확보하여 인프라 조성, 발주관리, 연구성과 관리 등을 위한 체

계를 마련하고, 스마트 기술의 확산을 위해 관련 기술기준 및 시방의 개선, 정책 및 제도 개선 방안을 발굴하고자 한다. 스마트 기술의 테스트베드 실증을 위해 기술의 완성도·시기·적용성 등의 예비조사, 대상 공종, 적용 위치 등의 개략 설계, 공사비, 상세도면 등의 상세 설계를 통해 명확한 작업 내용이 현장에 전달될 수 있도록 하며, 세부과제별 개발성과를 검증하기 위한 절차와 지표의 개발, 개발자와 총괄기관, 외부전문가가 참여하는 단계별 기술 검증 절차를 검토하고 있다. 테스트베드 운영센터는 디지털 플랫폼에서 구현될 통합 관제가 테스트베드에서 처리될 수 있도록 유·무선 통신망을 구축하고 디지털 플랫폼과 연계기술을 개발하며, 이를 통해 콘텐츠를 표출·가시화하는 등의 기능을 가진다. 또한 스마트 기술이 종합 테스트베드에서 실증되는 동안 발생하는 엣지와 플랫폼의 데이터 축적과 유통, 그리고 그 검증과정을 종합적으로 모니터링하고 건설과정을 관제하는 지휘통제소 역할을 하게 된다. 각 세부에서 개발된 기술의 건설사업 진행 단계별 적용 시기가 상이하기 때문에 테스트베드의 공정과 개발기술별 적용 단계 분석 결과

를 바탕으로 실제 건설현장에서 개발기술이 활용될 수 있는지에 대한 면밀한 검증이 가능하도록 체계적이고 유연한 테스트베드 및 운영센터의 운영방안을 수립하고자 한다.

3. 사업 추진 방향

스마트 건설기술 개발 사업의 총괄기관인 한국도로공사는 2020년 6월에 스마트건설사업단을 신설하였다. 사업단은 연구참여자들 외에도 특히 산업계와 소통하며 건설산업의 디지털 전환을 촉진할 스마트 기술의 개발 및 활용 방향을 모색하고 있다. 1차년도 사업을 실행하면서 사업단은 스마트 건설의 의미를 “전통적인 건설에 다양한 디지털 혁신 기술들을 융합하고, 플랫폼 및 디지털 트윈을 활용한 데이터 기반의 통합적 엔지니어링을 통해 프리팹, 건설장비 자동화, 시공 자동화, 가상건설, 통합적 안전관제 등을 구현함으로써, 건설 모든 단계(설계-제작-시공-유지관리)의 디지털 전환을 도모하여 건설 생산성과 안전성을 획기적으로 향상시키는 건설 방식”으로 보완하여 재정의하였다. 이는 파이프라인 사업 형태인 지금의 건설 생산 방식을 플랫폼

사업으로 바꾸는 것을 의미하며, 현장에서 보고서와 도면 등 종이가 사라지게 하고 제조업 특성인 프리팹 방식에 기반한 OSC(off-site construction)를 보편화되게 할 것이다.

이 사업을 통해 개발하고자 하는 스마트 건설기술은 도로 분야를 중심으로 SOC 건설을 위한 각종 정보를 공유하고 활용하는 데이터 중심의 디지털 기술로서, ICT 및 기계 등 타 분야 기술과 융합되어 건설부터 유지관리까지 SOC 생애주기 동안 플랫폼 서비스를 통해 분절 없이 연계되는 기술이다. 또한, 모든 참여자들이 직관적으로 이해할 수 있는 3D 시각화와 데이터의 디지털 방식 공유를 통해 계획 및 설계 단계에서부터 시공자·생산자·운영자 등 미래 수요자의 참여 기회를 제공하여 네트워크 효과를 극대화하는 기술이기도 하다. 스마트 건설의 구현을 위해서는 앞서 언급한 각 개별 기술들의 개발과 함께 산업의 디지털 전환의 측면에서 건설 생태계 구축을 위한 건설정보의 디지털화를 서둘러야 한다. 우리 건설산업은 서류·보고서 위주의 현장관리 및 운영, 관행과 경험에 의존한 공정관리 및 리스크 대응 등 노동집약적

이고 경험 의존적인 프로세스를 운영하고 있다. 이 사업을 통하여 건설 중 발생하는 모든 데이터를 디지털화하여 축적하고 이해관계자에게 제공하며, AI 알고리즘을 통해 다양하게 활용될 수 있도록 해야 한다. 디지털 플랫폼을 통해 데이터 중심의 현장관리, 시뮬레이션을 활용한 리스크 사전 예측 및 합리적 공정관리, 디지털 트윈 기반의 과학적인 의사결정 및 원격 현장관리가 가능하게 하고, 특히 건설 데이터가 준공 후 유지관리까지 연계되는 인프라 생애주기 데이터 연계관리를 실현하는 등 건설산업의 구조를 디지털 기반의 고부가가치 산업으로 변혁시킬 수 있는 기반을 마련해야 한다.

코로나 바이러스 대유행이 본격화되던 2020년 상반기에 매किन지는 팬데믹 이후 건설산업 활성화를 위한 7가지 방안 중 첫 번째를 디지털 모델링 기술 확대와 원격 협업으로 삼았다(Mckinsey & Company, 2020). 건설생산 가치사슬의 통합과 모듈러 생산(프리팹)도 중요한 항목으로 포함된다. 딜로이트 역시 미국의 사례에서 BIM, 드론, OSC, AI 및 로봇 등 디지털 기술의 활성화가 건

〈그림 11〉 스마트 건설기술 개발 사업 추진조직 체계



〈그림 12〉 스마트 건설기술 개발을 통한 플랫폼 비즈니스



〈그림 13〉 플랫폼 관점에서 재구성한 스마트 건설기술의 건설 전주기 활용과 글로벌 시장 진출 전략 모식도



설산업의 돌파구임을 강조하였다(Deloitte, 2020). 세계 BIM 시장은 북미를 중심으로 매년 17.6% 이상 성장하여 2025년에 22조원 규모로 확대될 것이라는 예측(Mordor Intelligence, 2020)은 글로벌 건설 시장이 움직이는 방향을 짐작하게 한다. 스마트 건설기술 개발 사업의 궁극적인 목적은 실증과 실용화를 통해 디지털 역량을 갖춘 우리 기업(K-Construction)들이 세계 스마트 건설 시장에 진출할 수 있는 토대를 만드는 것이다. 이 사업이 ‘연구를 위한 연구’에 그쳐서는 안되는 명확한 이유이기도 하다.

4. 마무리

지난 반세기 동안 대한민국 고속도로를 건설하고 관리하며 우리나라 경제발전의 대동맥을 이어온 한국도로공사는 경부고속도로 개통 50주년인 의미 있는 해에 본 사업 추진을 위한 총괄기관을 맡게 되었다. 한국도로공사 스마트건설사업단은 국가 R&D 사업의 투명하고 효율적인 관리, 지속가능한 핵심 디지털 기술의 개발, 기술의 실용화와 사업화를 위한 실증 및 제도개선 집중, 기업 성장과 해외진출

지원 등을 기본 운영방향으로 설정하고, 정부 및 SOC 분야의 유관기관, 산업계의 선도기업들과 전략적 협업을 통해 목표 달성에 최선을 다할 것이다. SOC사업 발주자이자 시장의 기술 수요자로서 책임감을 바탕으로 효과적인 실증을 통해 실무와 현장에서 수용 가능한 기술을 육성하고 사업화에 주력할 것이며, 지식과 기술의 원천이 되는 핵심요소기술에 대해서는 그 자체의 성숙도를 높여가도록 지원할 예정이다. 이를 위하여 실제 고속도로 건설 프로젝트를 대상으로 기술개발 성과를 적용하고 기술의 고도화 및 제도화를 추진하고자 하며, 기술의 범용화로 도로 기반기술을 활용하는 타 SOC 사업으로 그 성과가 확대되도록 할 것이다. 무엇보다도 국가연구개발사업으로 추진해 온 많은 과제들이 사업화 문턱을 넘지 못하여 개발된 기술이 그저 연구 성과물로만 남는 사례가 되풀이되지 않고, 그 결과물을 통해 국민들이 실생활에서 기술 혁신을 체감할 수 있도록 사업의 모든 참여자들이 함께 노력하겠다. 또한 바이러스 대유행이 초래하고 있는 사회 및 기술 환경, 정책의 급변에 대응하면서 포스트-코로나(post-corona) 및 포스트-디지털(post-digital) 시대의 ‘SOC 디지털화’에도 기여할 것이다.

건설산업의 뉴노멀이라고 할 수 있는 디지털 전환을 통한 산업의 지속가능성 확보, 산업구조의 혁신으로 산업과 기업의 성장 촉진, 시설물 디지털 데이터의 전주기 연계는 건설산업의 기업들과 종사자들을 초월하여 대한민국의 모든 국민들이 더욱 안전하고 편리하게 SOC를 이용하고, 미래 세대와 스타트업들에게 새로운 기회를 제공하는 것은 물론, 글로벌 시장 진출을 통해 우리 경제가 성장하는 데에 큰 기여를 할 것으로 굳게 믿는다. 🇰🇷

특집 02

스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 규제 개선방향

진경호 | 한국건설기술연구원 선임연구위원(스마트건설지원센터장)

1. 머리말

1.1 배경 및 목적

스마트 건설기술이 국내 건설산업에서 이슈로 제기된 지 2~3년밖에 안 되었지만, 지금 건설산업의 혁신성과 지속적인 발전에 있어서 가장 중요하고 빈번하게 언급되고 있는 키워드로 부각되고 있는 상황이다. 이에 따라 2018년에 수립된 국토교통부의 ‘스마트 건설기술 로드맵(2018.10)’이 이룬 성과를 되돌아보고 앞으로 준비해나가야 할 후속적인 방향을 고민할 시점이 되었다. 따라서 본고에서 소개하는 ‘스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 모니터링 및 규제 개선방향 마련’의 연구는 최근 2년 동안의 스마트 건설기술 로드맵의 이행 현황을 검토하고 향후 후속조치로서, 스마트 건설기술 적용을 저해하는 법적, 제도적 규제요인들을 발굴하여 제도개선 방향을 제안하는 것을 목적으로 수행하였다.

1.2 주요 내용 및 범위

이 연구는 국내 스마트 건설기술 적용현황, 해외 사례, 국내 스마트 건설기술 적용 활성화의 저해요인 발굴, 후속조치로서 스마트 건설기술의 후속 방향에 대한 순으로 진행되었다. 구체적인 내용으로는 ①국내 스마트 건설기술 적용현황을 공공발주처인 공사, 공단을 중심으로 파악하였다. ②해외의 스마트 건설기술 적용현황을 인터넷 문헌조사를 통해 수행하였으며, 구체적인 해외 국가별 정책현황과 적용 사례도 함께 조사하였다. 그리고 해외 스마트 건설기술 스타트업 현황과 해외 스마트 건설기술 적용 관련 제도/기준 현황도 파악하였다. ③스마트 건설기술 활성화 저해요인을 발굴하였다. ④스마트 건설기술 적용 활성화 제도 개선사항을 발굴하였으며, 스마트 건설기술 활성화를 위한 법적·제도적, 국가기준상의 개선사항을 발굴하고 현재 수준을 극복해나갈 수 있는 기술역량 강화방향도 제시하였다.

2. 국내 스마트건설 정책동향

스마트 건설기술의 개발 및 보급에 관한 정부정책의 출발점은 2018년 10월 수립된 ‘스마트 건설기술 로드맵’이다. 스마트 건설기술 로드맵은 2025년까지 스마트 건설기술 활용기반 구축을 목표로 BIM, 드론, 건설자동화, IoT 등 기술분야별 로드맵과 이행 방안으로서 민간의 기술개발 유도, 공공의 역할 강화, 스마트 생태계 구축을 추진하였다. 올해 8월 발표된 ‘건설엔지니어링 발전방안’에서는 스마트 건설기술과 관련하여 ‘BIM 도입 및 확산’, ‘BIM 턴키 시범사업 추진’, ‘스마트 건설기술 활성화를 위한 R&D 추진’, ‘스마트건설 교육 확대’ 등을 담고 있으며, 크게 R&D, 현장적용·보급 산업육성 등 세 가지로 나누어 간략하게 소개하고자 한다.

2.1 스마트 건설기술 R&D

스마트 건설기술 관련 R&D 동향을 보면, 스마트건설기술개발사업이 도로에 관한 스마트 건설기술 개발에 초점을 맞추어 착수되었다. 총 2,050억 원의 예산으로 향후 6년간 진행되는 스마트 건설기술 개발사업은 장비자동화·정보 수집, 설계·시공 자동화, 스마트 건설안전, 플랫폼/데이터/실증의 4개 중점분야에 12개의 세부연구과제로 구성되어 연구가 진행되고 있다. 이와 함께 시설물 유지관리, 지하시설물·철도·건축 등 시설물 분야별 스마트 건설기술 개발사업이 준비되고 있다. 국산 BIM 프로그램 및 연관 소프트웨어의 개발 및 보급도 추진한다.

2.2 스마트건설 기술 정책

스마트 건설기술의 보급 및 확산과 관련해서 가장 의미 있는 정책은 ‘스마트턴키’ 제도의 시행이다. 이

를 통해 대기업과 중견기업의 스마트 건설기술에 대한 관심이 증대되어 전문 조직을 만들어 적극적인 대응을 하고 있는 상황이다. BIM 의무화를 위해 건설 전 분야에 적용이 가능하도록 BIM 설계 기본지침 마련, BIM 턴키 시범사업 추진 등 다양한 노력을 전개하고 있다. 그리고 스마트 건설기술 적용 활성화를 위해 인증제도의 도입도 검토되고 있다.

2.3 스마트건설 산업육성 정책

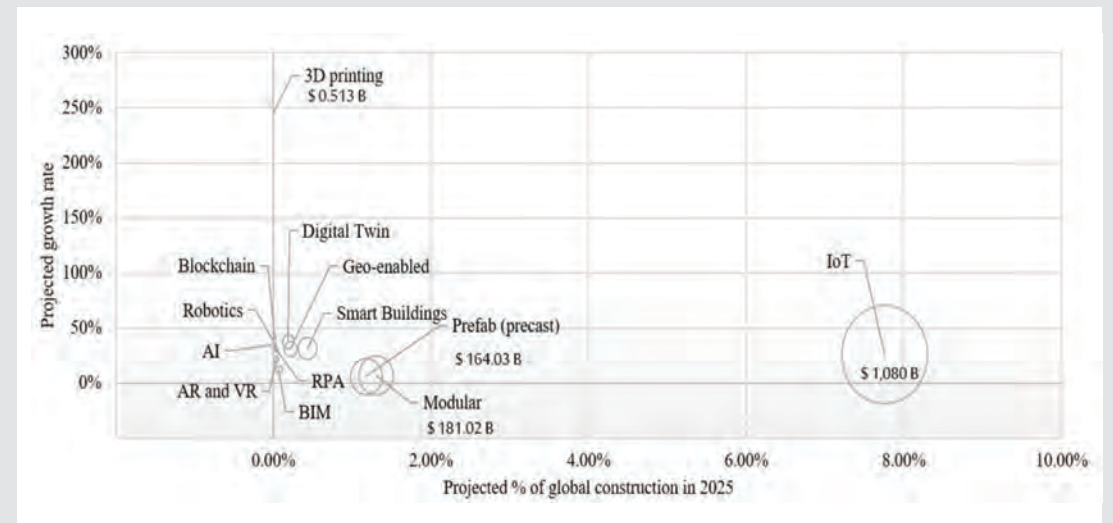
산업육성 측면에서는 건설기술진흥법에 근거하여 건설산업의 생산성 및 안전 향상을 위해 ‘스마트건설지원센터’를 한국건설기술연구원 내에 설치하고, 이를 통해 스마트 건설기술의 개발·보급과 창업생태계 조성 등을 위한 노력을 전개하고 있는 상황이다. 미래 변화에 대응한 스마트 건설기술 관련 교육의 확대도 추진되고 있다.

3. 스마트건설 시장 및 해외 정책동향

3.1 스마트건설 세계시장 규모

시장조사기관에 따라 스마트 건설기술 관련 시장의 범위와 규모는 매우 다양하게 예측되고 있는 상황이다. 최근 Ernest&Young의 조사 자료에 따르면 2019년 11,18조 달러 규모의 세계 건설시장에서 스마트 건설기술 관련 시장 규모는 4.83%인 5,400억 달러 규모로 추정하고 있으며, 2025년에는 11.32%인 1,57조 달러로 예상하고 있다. IoT 기술 관련 시장 규모는 약 2,690억 달러로 추정되며, 2025년까지 연평균복합성장률(Compound Annual Growth Rate, CAGR) 26%로 성장할 것으로 예상하고 있다. 또한 3D 프린팅 기술분야는 현재 건설업계에서 가장 낮은 시장점유율을 보이고 있으나, CAGR 245.9%

〈그림 1〉 세계 건설시장에서 스마트건설 기술별 성장률과 시장점유율



로 폭발적으로 성장할 것으로 기대하고 있다. 블록체인, 인공지능(AI), 로봇공학 등 다른 기술 분야도 CAGR 30% 이상의 성장을 기록할 것으로 예상하는 등 미래 성장성을 매우 높게 바라보고 있다.

3.2 스마트건설 해외 정책동향

해외 스마트 건설기술 관련 정책동향은 국내와 비슷한 정책 이행여건을 가진 영국, 싱가포르, 일본 등의 국내 스마트 건설기술 적용 활성화에 필요한 해외 정책 사례 중심으로 파악하였다.

1) 영국

영국은 건설산업이 갖고 있는 낭비, 품질 및 가치 문제, 분절적인 업무수행 환경, 혁신의 부족 등의 이슈를 해결하기 위해 지속적으로 노력하는 국가이다. 특히, 영국은 2013에 ‘Construction 2025’를 발표하였으며, 글로벌 건설시장이 2025년에

는 70% 이상 성장할 것으로 전망하고, 영국 건설산업이 글로벌 시장에서 경쟁력을 확보하여 지속적인 성장이 가능하도록 제시한 보고서이다. ‘Construction 2025’는 ①영국의 건설산업이 변화하기 위해 안전하고 건강한 환경에서 젊고 재능 있는 인적자원이 찾는 산업 ②연구와 혁신을 통해 디지털 경제로 전환과 스마트 건설이 정착되어 세계를 선도하고 산업 ③신속하고 저렴한 비용으로 지속가능성을 높이는 저 탄소 산업 ④고객 가치 중심으로 건설산업을 변모시켜 전체 경제성장을 주도하는 산업 ⑤산업계와 정부간 강력하고 지속적인 협력관계를 갖춘 리더십을 보유한 산업으로 제시하고 있다. 이를 통해 영국은 초기 건설비용과 생애주기 비용의 33% 감축, 전체 건설공사기간의 50% 단축, 건설환경에서 낭비비인 50% 감소, 건설관련 무역수지의 50% 개선 등을 목표로 추진하고 있다.

2) 싱가포르

도시국가인 싱가포르는 디지털 스마트시티 모델로서 ‘Virtual Singapore’를 국가 비전으로 하고 있다. 이에 대응한 산업적 전략의 방향으로 2017년에 싱가포르 건설청에 해당하는 BCA에서는 ‘Construction Industry Transformation Map’을 발표하였으며, 건설산업이 디지털 혁명, 급속한 도시화, 기후 변화의 글로벌 트렌드에 영향을 받고 있다는 점을 명시하였다. 이 전략의 비전은 ‘건설산업이 선도적 기술을 널리 채택하고 진보적이고 협력적인 기업들이 비즈니스 기회를 포착하며, 숙련되고 유능한 인력이 싱가포르 국민에게 좋은 일자리를 제공하는 첨단화되고 통합된 산업으로 변환’하는 것으로 선언하고 있다. 싱가포르 건설산업의 변환을 위한 세 가지 핵심변환 영역으로는 DfMA(Design for Manufacture and Assembly)로 개념화한 제조업화 및 조립화를 위한 설계, 그린 빌딩, IDD로 통칭되는 통합된 디지털 건설사업 프로세스를 제시하고 있다. 첫 번째로 DfMA, 즉 제조업화 및 조립화를 위한 설계를 위해서는 ①제작 및 조립을 손쉽게 하기 위한 초기단계 설계 ②고도로 자동화된 공장 생산 설비, 효율적이고 깨끗한 현장 시공 프로세스 ③그린빌딩을 위한 설계 ④운영 및 유지관리에 있어서 지속가능한 사례 발굴을 제시하고 있다. 두 번째로 그린 빌딩을 구현하기 위해서 그린빌딩 설계 역량 확보와 운영 및 유지관리에 있어서 지속가능한 사례를 발굴하는 것을 전략으로 도출하였다. 세 번째로 통합된 디지털 건설생산 프로세스 구현을 위하여 완전한 BIM 구현과 정보기술, 스마트 건설기술 사업이 생애주기 전반에 걸쳐 프로세스 및 이해관계자들을 완벽하게 통합시켜 나

가는 모습으로 전환될 수 있도록 추진방향을 마련하고 있다.

3) 일본

일본은 2015년부터 건설사업 수행프로세스에서 정보화기술을 전면적으로 활용하는 ‘i-Construction’ 정책을 추진하고 있다. 일본 국토교통성의 i-Construction 정책은 건설인력의 감소와 고령화가 진행됨에 따라 건설사업의 생산성을 50% 이상 향상시키기 위한 목적으로 추진되고 있다. 먼저 측량단계에서는 기존에 현장에 나가서 인력으로 측량업무를 수행하던 프로세스를 드론 등을 활용하여 3차원 측량 데이터를 확보하는 것이다. 이는 기존 프로세스에 비해 단시간에 고정밀의 3차원 측량데이터를 확보할 수 있다. 설계단계에서는 기존 2차원의 설계도면을 3차원 BIM기술을 활용하여 설계토록 한다. 시공계획 단계에서는 확보된 3차원 측량데이터와 BIM으로 작업된 설계도면과의 차이를 분석하여 절토량과 성토량을 자동으로 계산하고 장비의 운용계획 등을 결합하여 자동화된 시공계획을 수립하게 된다. 시공단계에서는 자동화장비에 맞게 수립된 시공계획에 따라 분석된 절토 및 성토구간을 다양한 센서와 정보기술이 장착된 건설기계들이 무인화 된 상태에서 토공 업무 등에 대한 자동화 시공을 수행하게 된다. 완성된 시설물이나 구조물에 대해서는 드론 등을 활용하여 3차원 측량을 실시하고, 이를 통해 검사업무를 수행하고 있다. 특히, 검사업무에서는 3차원 측량 결과를 활용함으로써 완공도면의 제출이 불필요해지고 검사항목도 줄어들어 비용과 시간이 절감되는 검사업무를 수행하도록 새로

운 프로세스를 구축하고 있는 상황이다. 일본의 i-Construction 사례를 보면, 드론을 활용한 공공측량 매뉴얼, 3차원 설계데이터 교환 표준, 레이저스캐너를 이용한 완성형 관리 요령(토공편), ICT 활용 공사 적산요령 등 스마트 건설기술 적용에 있어서 다양한 기준이 추가로 마련되거나 개정되는 상황도 확인할 수 있다.

4) 미국

미국은 민간의 자발적인 노력을 전제로 시장이 운영되고 있기 때문에 건설산업 차원의 정부정책을 제시하고 있지는 않는 상황이다. 그러나 세계적인 벤처 캐피탈과 같은 투자구조를 갖추고 있어 민간 스스로 다양한 아이디어를 토대로 스마트 건설기술을 개발하고, 이를 통해 창업한 기술기업이 비즈니스 모델을 갖추고 투자를 유치하여 성장하는 시장 메커니즘을 갖추고 있다. 많은 스타트업들이 독창적인 비즈니스 모델로 투자를 유치하고 성장하는 시스템이 갖추어져 있다 보니 1조 원 이상의 기업가치를 갖는 스타트업 클럽의 절반 이상이 미국에서 만들어지고 있는 상황이다.

건설과 관련한 글로벌 유니콘기업으로는 Procore, Katerra, uptake technology 등 세 개의 기업이 파악되고 있다. ①Procore는 클라우드 기반의 건설사업관리 소프트웨어를 플랫폼 기반으로 구축하여 판매하는 회사로, 플랫폼과 연결된 모바일을 통해 작업자와 응용 프로그램이 연동되어 건설사업의 위험관리, 품질확보, 공사기간 및 공사비 관리활동을 지원하고 있다. ②Katerra는 모듈형주택 전문기업으로서 ICT기술을 활용하여 건설프로세스를 단순화한 비즈니스 모델을 구축

하고 이를 발주자에게 제시하여 보다 빠르게 건물을 시공하는 기업이다. ③센서소프트웨어 전문기업인 uptake technologies는 건설, 광업, 철도, 에너지, 항공 등 다양한 고객을 대상으로 센서 데이터를 수집 분석하고 예측하는 소프트웨어를 판매하는 회사이다. 이러한 기업들의 특징을 보면, 기술적인 혁신과 함께 이를 뒷받침하는 비즈니스 모델이 갖추어진 기업이 성장할 수 있다는 점을 알 수 있다.

4. 스마트 건설기술 활성화 저해요인

스마트 건설기술 적용 활성화의 법적, 제도적 저해요인을 건설업계와 전문가들의 의견수렴과 문헌조사를 통해 파악한 결과에 의하면, 가장 문제가 되는 것은 결국 스마트 건설기술이 산업 내에서 다양한 건설생산 주체들 간에 손쉽게 받아들일 수 있는 기술 수용 환경이 아직 부족하다는 점이다. 세부적인 스마트 건설기술 개발 및 적용 활성화 저해요인은 다음 표와 같다.

〈표 1〉 스마트 건설기술 적용 활성화 저해요인

- 개발된 스마트 건설기술을 적용한 대상사업 확보 어려움
- 스마트 건설기술의 적용과정에서 설계도서 작성기준, 설계 기준 및 표준시방서 등과 불일치 문제
- 개발된 스마트 건설기술의 적용을 위한 비용 산정기준 부재
- 스마트 건설기술에 대한 발주 담당자의 지식 부족
- 스마트 건설기술 적용이 일회성으로 진행되는 문제
- 스마트 건설기술 적용을 위해 필수적인 기능인력 확보 어려움
- BIM 설계를 수행하는 과정에서 대가 부족 및 대가기준 부재 문제(이중 업무 수행)
- 드론 비행금지구역의 과다 설정
- 무인기계 및 무인관제에 필요한 자격, 운용기준 부재
- 개발된 스마트 건설기술의 성능 인증 어려움

5. 스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 개선방향

이 연구에서는 스마트 건설기술 로드맵의 후속조치로서 스마트 건설기술 적용 활성화를 위해 제도, 국가건설기준, 기술역량의 세 가지 관점에서 개선방향을 제시하였다.

5.1. 법적·제도적 개선 방향

스마트 건설기술 개발 및 적용 활성화를 위한 제도적 개선방향은 다음과 같다. ①스마트 건설기술을 다양한 건설공사에 활용될 수 있는 발주 환경을 조성하는 것이다. 이를 위해서는 최근 입법이 추진되었지만 철회된 ‘스마트 건설기술 활용 촉진 특별법안’의 입법 내용 중 스마트 건설기술 기본계획, 스마트 건설기술 위원회, 스마트 건설기술 특례를 위한 규제 샌드박스 운영 등의 핵심내용을 건설기술 진흥법에 반영할 필요가 있다. ②공공 인프라 시설 대상 BIM 대가를 설계비 등에 반영할 수 있는 기준 마련과 예산산정기준에 반영하는 방안이 필요하다. ③최근 다양하게 시도되고 있는 스마트 건설공사에 대한 발주사례를 수집하여 다양한 공공기관에서 스마트 건설기술 기반의 건설사업 수행을 할 수 있도록 발주담당자에게 도움이 되는 발주가이드라인을 만들어 배포하여야 한다. 발주 가이드라인에는 스마트 건설기술의 구체적인 정의, 범위 및 요구조건 등을 예시로 제시해서 실제 발주자가 활용할 수 있도록 해야 한다. ④건설공사 기본계획 수립시 스마트 건설기술 적용성 검토를 의무화하도록 추진해야 한다. 현행 건설공사 진행과정에서 스마트 건설기술 적용을 검토할 수 있는 최상위 계획은 건설공사 기본계획 수립 단계로 기본계획의 포함사항으로 스마트 건설기술 적용성 검토 항목을 추가할 필요가 있다. ⑤

건설산업 BIM 적용 활성화를 위한 BIM 라이브러리 거래시장 조성을 추진할 필요가 있다. 현재까지 건설산업에서 다양한 BIM 관련 연구가 진행되고 있으나, 여전히 정부나 업계에서는 구체적인 정책적 성과로 연결되지 않고 있는 상황이다. 이는 대부분의 정책이 BIM의 운용환경에만 초점을 맞추고 있다. 그러나 BIM이 제대로 운영되기 위해서는 다양한 BIM 라이브러리가 공유되는 환경을 조성해야 한다. 이에 따라 공유환경 조성을 위한 거래시장을 제안한다.

5.2 국가건설기준의 개선 방향

스마트 건설기술 개발 및 적용 활성화를 이룰 건설기술인들이 발주자가 요구하는 성능을 충족시키는 조건 하에서 자유롭게 기술을 반영할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필요하다. ①스마트 건설기술 적용 촉진을 위해서는 현재 사양식 설계기준 및 표준시방서의 성능기준화를 본격적으로 추진해 나가야 한다. 해외 사례를 보면, 사양식 설계기준과 성능기준을 구분하여 동시 병행적으로 적용가능 하도록 환경을 조성한다는 측면에서 별도의 성능중심의 건설공사기준을 운영해나가는 것도 검토할 필요가 있다. ②스마트 건설기술에 대한 특례조항을 시설물별로 만들어 설계기준 및 표준시방서에 반영할 필요가 있다. 스마트 토공, 모듈 설계 및 모듈러 공법 등 현재 다양하게 시범사업이나 연구가 진행 중인 사항들에 대하여 설계나 시공과정에 반영할 수 있도록 우선적으로 특례의 장 형태로 추가하는 것이 바람직하다. ③스마트 건설기술 잠정기준제도를 운영할 필요가 있다. 스마트 건설기술에 대한 현행 건설기준에 반영되기 위해서는 다양한 기준 마련을 위한 시범사업 시행과 인증 등이 요구된다. 그러나

국가건설기준에 반영하기 위해서는 많은 검토 및 인증과정이 필요하기 때문에 우선적으로 잠정적인 기준제도를 제시하였으며, 이를 활용하여 운영해나갈 수 있도록 하였다.

5.3. 기술역량 강화 방향

스마트 건설기술의 개발과 보급을 촉진하기 위해서는 기술개발 역량과 함께 스마트 건설기술의 수용성을 높이기 위한 건설기술인의 기술역량도 강화해야 한다. ①스마트 건설기술에 관한 기술자 및 기능인력 교육프로그램을 체계적으로 운영해야 한다. 스마트 건설기술의 건설사업 적용을 위해 필수적인 사항은 실제 기술을 적용하는 건설기술인과 기능인력에 대한 다양한 교육을 진행해야 한다. 미국은 건축공사의 모듈러 방식 확산을 위하여 다양한 교육프로그램을 운영하고 있는 사례가 있다. 따라서 구체적인 건설기술인 및 기능인력에 대한 스마트 건설기술에 대한 교육프로그램을 마련하여 체계적인 운영이 추진되어야 할 것이다. ②스마트 건설기술 관련 창의사업을 운영하여야 한다. 스마트 건설기술에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있으나, 이 성과가 실제 기술자의 기술역량 강화와 연결되지 않고 있는 문제가 있다. 또한 대형사업 위주로 스마트 건설기술 R&D가 진행됨에 따라 건설현장에 적용 가능한 작은 기술들이 제대로 개발되지 못하는 문제를 안고 있다. 따라서 국가R&D사업에 스마트 건설기술 창의사업을 운영하여 다양한 산학연 전문가들이 조그만 아이디어의 구현과 실용화가 이루어질 수 있도록 함과 동시에 R&D와 교육기능을 연계하여 운영해나가야 한다.

6. 맺음말

본고에서 밝히는 이 연구는 기존 스마트 건설기술 로드맵의 추진성과를 토대로 향후 로드맵과 전략과제의 방향을 제시하였다. 기존의 성과는 스마트 건설기술의 개발 및 보급, 관련 창업생태계 조성을 위한 기반 마련을 위한 과정이라고 한다면, 앞으로 수행되어야 할 과제는 발굴된 스마트 건설기술의 폭넓은 적용여건을 조성하고, 혁신역량이 부족한 건설 중소·중견기업의 스마트 건설기술 개발 및 적용 여건을 개선함과 동시에 건설산업 혁신의 출발점이자 두터운 기반이 될 수 있도록 스마트건설 창업생태계를 견고하게 만드는 것이라 할 수 있다. 이러한 후속조치들은 규제 샌드박스와 함께 지속적인 규제 개선을 추진할 수 있는 토대를 제공할 것이며, 스마트 건설기술을 혁신도구로서 건설산업 체질 개선 및 이미지 제고에 기여할 수 있을 것이다. 이를 통해 중소기업의 생산성 향상을 도모하고, 다양한 제도 및 규제개선 사항을 국토교통부 정책에 반영하여 스마트 건설기술 적용을 확대하고 건설현장의 안전사고 예방에 기여하는 등 건설산업 이미지 제고의 기반이 될 것이다. 

참고 문헌

1. 스마트 건설기술 적용 활성화를 위한 모니터링 및 규제 개선 방향 마련, 2019.12
2. 국토교통부, 스마트건설기술로드맵, 2018.10
3. Ernest&Young, Technological advancements disrupting the global construction industry, Ernst&Young LLP, 2020

특집 03

스마트 건설기술 이해와 설계 BIM 적용분야

임성순 | ㈜유신 BIM팀 이사, BIM운용 전문가

1. 서론

현재 우리는 3차 산업혁명인 정보화 시대를 지나 4차 산업혁명의 시대로 들어가고 있다. 4차 산업의 주요 키워드는 IoT(Internet of things), 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing), 빅데이터(Big data), 인공지능(Artificial Intelligence) 등의 신기술들을 말하며, 이러한 신기술을 흡수한 새로운 행태와 개념이 각 산업에 생기를 불어넣고 있다. 거의 모든 산업들이 1차 > 2차 > 3차 산업혁명을 거치며 각 산업별 기술의 진보를 이룩하며 생산성이라는 측면에서의 발전은 지속적으로 향상되고 있으나, 정작 건설 산업은 타 산업에 비해 기술의 진보에도 불구하고 생산성은 오히려 전보다 하락하고 있다. 이러한 생산성 향상 부진의 원인에 대해서는 연구 및 논문 등에 의해 분석되어 지고 있으며 이를 개선하고자 4차 산업혁명의 신기술을 도입하여 생산성 향상 발전을 도모하고 있다.

건설 산업에서의 4차 산업혁명 신기술 도입은 우선적으로 글로벌 건설 선진국에서 적용하였으며 신기술 적용에 대한 결과는 기대 수준이상의 성과를 나타내었다. 이러한 성과를 바탕으로 글로벌 건설산업의 디지털 전환에 대한 관심이 높아지면서 디지털 기술 적용 확대, BIM 확대, 건설현장 자동화 및 로봇 활용 등 건설 산업에서의 변화를 보이고 있다. 또한 BIM이라는 공통의 플랫폼을 기반으로 한 ‘통합 프로젝트 발주방식(IPD : Integrated Project Delivery)’ 또는 Pre Construction 개념에서의 설계와 시공의 협업과 융합을 요구하는 발주 방식이 널리 확산되고 있다. 이러한 시대적 흐름에 맞춰 국토교통부에서도 건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 ‘스마트 건설기술¹⁾ 로드맵’을 작성하여 4차산업 신기술을 건설산업에 적용하려는 환경 조성을 위한 정책을 수립하여 진행하고 있다.

1) 스마트 건설 기술 : 전통적인 건설 기술에 정보통신(Information and Communication Technologies), 인공지능(Artificial Intelligence), 드론(Drone), 로봇(Robotics), 빅 데이터(Big Data), BIM(Building Information Modeling) 등의 신기술을 융합한 것이다. 이러한 4차 산업의 모든 요소 기술들은 따로 있는 것이 아니라 통합 또는 서로 연계되면서 함께 발전하는 밀접한 관계를 가지고 있다.

〈표 1〉 스마트 건설기술의 개념 (스마트 건설기술 로드맵 / 국토교통부)

구 분	패러다임 변화	스마트 건설기술 적용
설계 분야	2D 설계 / 단계별 정보 분절 ↓ nD BIM 설계 / 전 단계 정보 융합	• Drone을 활용한 예정지 정보 수집 • Big Data 활용 시설물 계획 • VR기반 대안 검토 • BIM기반 설계 자동화
시공 분야	현장 생산 / 인력 의존 ↓ 모듈화, 제조업화 / 자동화, 현장관제	• Drone을 활용한 현장 모니터링 • IoT기반 현장 안전관리 • 장비 로봇화 & 로봇 시공 • 3D 프린터를 활용한 급속시공
유지관리 분야	정보단정 / 현장방문 / 주관적 ↓ 정보단정 / 현장방문 / 주관적	• 센서활용 예방적 유지관리 • Drone을 활용한 시설물 모니터링 • AI기반 시설물 운영

〈표 2〉 스마트 건설기술의 발전 방향 (보도자료 / 국토교통부)

데이터 중심	건설 과정에서 생성되는 각종 정보를 공유·유통하고 빅 데이터 및 시뮬레이션을 적극 활용하여 건설을 경험 의존 산업에서 정보 기반 산업으로 전환
기술의 융·복합	건설 분야에 정보 통신기술(ICT), 드론·로봇 등 다른 분야의 기술을 적극 도입하고 융합 (ICT : Information and Communication Technologies)
고객지향	알기 쉬운 3D 시각 정보를 제공하고, 설계·계획 단계부터 시공자·운영자 및 이용자의 참여 기회를 확대

2. 스마트 건설기술의 이해

1) 스마트 건설기술의 개념

전통적인 건설(토목, 건축)기술에 BIM, IoT, Big Data, Drone, Robot 등 첨단 기술을 융합한 기술을 말하며, 현재의 인력·경험 의존적인 산업에서 지식·첨단 산업으로 건설 산업의 패러다임을 전환하는 신기술로서 다양한 첨단 기술의 융합, 정보의 공유, BIM 등으로 건설 단계별로 통합이 가능한 기술을 적용하여 업역간·단계간 정보의 단절을 해소하여 새로운 가치 창출을 목적으로 한다. 또한 2차원 설계도면에서 3차원 정보모델로, 2차원 기반의 반복 작업에서 3차원 데이터 기반 시뮬레이션으로, 낡은 전통 산업의 이미지를 벗고 첨단 산업으로 도약하기 위해 건설 전 과정에 정

보통신기술(ICT)등 첨단 기술을 접목하는 기술 혁신으로 인력의 한계를 극복하여 생산성·안전성을 획기적으로 개선할 수 있는 새로운 건설 기술이다.

2) 스마트 건설기술의 발전 방향

국토교통부에서 제시한 스마트 건설기술의 발전 방향은 데이터 중심, 기술의 융·복합, 고객지향이라는 3가지 중요 사항으로 발전 방향을 설정하고 있다.

3) 스마트 건설기술의 단계별 발전 목표

국토교통부에서는 ‘스마트 건설기술 육성을 통한 글로벌 건설시장의 선도’라는 목표 아래 2025년

〈표 3〉스마트 건설기술 단계별 발전 목표 (스마트 건설기술 로드맵 / 국토교통부)

단계	현재	2025년	2030년
설계	현장측량 / 2D 설계	드론측량 / BIM 설계 정착	설계 자동화
시공	수동장비, 검측 현장타설 현장 안전관리	자동시공 · 검측 공동제작 · 정밀제어 가상시공 → 리스크 관리	AI기반 통합관제 로봇 활용한 자동시공 예방적 통합 안전관리
유지 관리	육안 점검 개별 시스템 운영	드론 · 로봇 활용 점검 빅 데이터 구축	로보틱 · 드론 자율진단 디지털 트윈 기반 관리

스마트 건설기술 활용기반 구축, 2030년 건설 자동화 완성의 로드맵을 아래와 같이 설정하였다.

가) 설계단계

① 드론기반 지형 · 지반 모델링 자동화 기술

- 융복합 드론(카메라 레이저 스캔, 비파괴 조사장비, 센서 등과 결합)이 다양한 경로로 습득한 정보(사진촬영, 스캐닝)로부터 지형의 3차원 디지털 모델을 자동 도출
- 공사부지의 지반조사 정보를 BIM에 연계하기 위한 측량, 시추 결과를 바탕으로 지반강도, 지질상태 등을 보간 예측
- AI를 활용한 형상 · 속성정보 통합 BIM 모델링

② BIM 적용 표준

- 다른 사용자 간 디지털 정보를 원활하게 인지 · 교환할 수 있도록 BIM 설계 객체의 분류 및 속성 정보에 대한 표준을 구축
- 시간의 경과, 소프트웨어의 종류(버전)등에 관계없이 동일한 데이터를 저장하고 불러올 수 있는 공통의 파일 형식을 마련
- 축적된 BIM 데이터를 바탕으로 새로운 정보와 지식을 창출할 수 있는 빅데이터 활용 표준 구축

③ BIM 설계 자동화 기술

- 라이브러리를 활용해 속성정보를 포함한 3D 모델을 구축 (BIM 설계 : 건축 분야는 이미 활성화 vs 토목분야는 현재 도입 단계)
- 완료된 프로젝트에서 BIM 라이브러리를 자동 생성

나) 시공단계

① 건설기계 자동화 기술

- 건설기계에 탑재한 각종 센서 · 제어기 · GPS 등을 통해 기계의 위치 · 자세 · 작업범위 정보를 운전자에게 제공

② 건설기계 통합운영 및 관제 기술

- 건설현장 내 다수의 건설기계를 실시간으로 통합 관리 · 운영
- 센서 및 IoT를 통해 현장의 실시간 공사정보를 관제에 반영
- AI를 활용하여 최적 공사계획 수립 및 건설기계 통합 운영

③ 시공 정밀제어 및 자동화 기술

- 공장 사전제작 · 현장 조립 (Modular or Prefabrication) 공법 확대 적용
- 조립 시공 시 부재 위치를 정밀 제어하고, 접합부를 자동 시공

– 로봇 등을 활용하여 조립 시공(양중 · 제어 · 집합 등 일련 과정) 자동화

④ ICT 기반 현장 안전사고 예방 기술

- 가시설, 지반 등의 취약 공종과 근로자 위험요인에 대한 정보를 센서, 스마트 착용장비 등으로 취득하고 실시간 모니터링
- 축적된 작업패턴, 사례(빅 데이터) 분석을 통해 얻은 지식과 실시간 정보를 연계하여 위험요인을 사전에 도출하는 예방형 안전관리

⑤ BIM 기반 공정 및 품질 관리

- BIM 기반 공사관리를 통해 주요 고종의 시공간섭을 확인하고, 드론 · 로봇 등 취득 정보와 연계해 공정진행 상황을 정확히 체크
- 가상시공을 적극 활용하여 조건 · 환경 변화에 따라 공사관리 최적화
- AI를 활용해 사업목적 · 제약조건에 따라 맞춤형 공사관리 방법 도출

다) 유지관리단계

① IoT 센서 기반 시설물 모니터링 기술

- 특정 상황이 발생하였을 때에만 수집된 정보를 전송함으로써 무선 IoT 센서의 전력소모를 줄이는 상황 감지형 정보 수집
- 대규모 구조물의 신속 · 정밀한 정보 수집을 위한 대용량 통신 N/W
- 다양한 객체가 상호작용하는 초연결 Iot로 연결성 · 안정성 강화

② 드론 · 로보틱스 기반 시설물 상태 진단 기술

- 카메라와 물리적 실험 장비를 장착한 다기능 드론(접촉+비접촉 정보수집)을 통해 시설물을 진단

- 드론 · 로봇 결합체가 시설물을 자율적으로 탐색하고 진단

③ 시설물 정보 빅데이터 통합 및 표준화 기술

- 시설관리자 판단에 의한 비정형 데이터를 정형 데이터로 표준화
- 산재되어 있는 건설관련 데이터들을 통합하여 빅데이터 구축

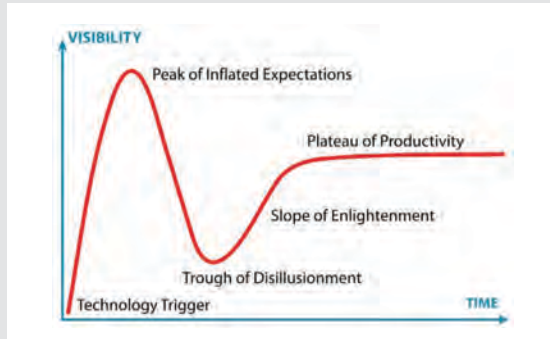
④ AI 기반 유지관리 최적 의사결정 기술

- 구축된 빅데이터를 바탕으로 AI가 유지관리 최적 의사결정 지원
- 시설물의 3D 모델(디지털 트윈)을 구축해 유지관리 기본 틀로 활용

3. BIM의 이해

BIM(Building Information Modeling)은 2000년도 초반에 국내에 소개되어 도입 당시에도 건설산업의 생산성을 높일 수 있는 도구로 주목받아 많은 건설사에서 BIM을 도입하고자 했다. 그러나 BIM을 도입하기 위해서는 많은 기회비용을 지불해야 했고, 기대만큼의 성과를 내기 위해서는 기존 설계방식보다 더 많은 노력이 필요하다는 것을 알게 되었다. 도입 초기의 BIM 적용에 따른 기대와는 다르게 실제 BIM을 적용하면서 많은 문제점들이 발생되었고 기술 및 환경의 한계를 경험하며 BIM 적용은 시기상조라는 분위기도 형성되었다. 그러나 시간이 지나면서 BIM 경험 및 적용 사례가 쌓이고 BIM 기술의 향상 및 BIM 적용환경 조성 등 BIM을 실제적으로 적용이 가능해짐에 따라 건설생산성을 높일 수 있는 도구로서 드론, 로봇, IoT, 빅데이터, AI 등과 같이 4차 산업혁명 신기술의 하나로써 다시금 주목을 받기 시작했다.

〈그림 1〉 Gartner Hyper Cycle

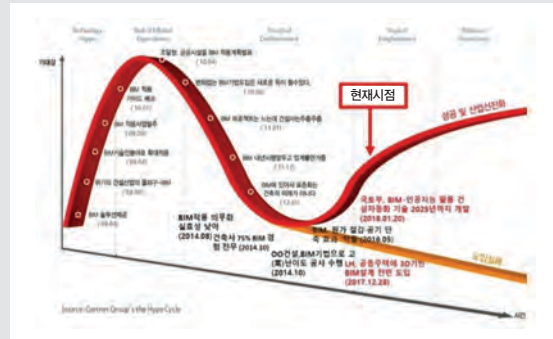


이러한 국내 BIM 기술의 정착 과정은 〈그림 1〉과 같이 Hype cycle²⁾의 주기로 현재 안정적인 시장 진입단계인 〈그림 2〉로 접어들었다고 할 수 있다.

1) BIM 기본 개념

2010년에 발간한 국토교통부 BIM 적용 가이드에서는 BIM(Building Information Modeling)을 ‘건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차를 포함하여 지칭한다.’라고 정의하고 있다. BIM을 적용하여 얻고자 하는 결과물은 토목, 건축, 플랜트 등이 다르지는 않으나 각 분야에서 BIM을 적용하는 대상은 상이할 수 있고, 또한 전 생애주기인 설계, 시공, 유지관리단계에서 적용할 수 있

〈그림 2〉 Hype Cycle을 통해 본 BIM (한국 BIM학회 / KIBIM)



는 BIM 기술도 상이하여 해당 분야에 BIM을 활용하기 위해서는 적용 분야와 단계를 구분하여 BIM Data를 구성하여야 한다.

BIM의 개념을 정의할 수 있는 요소로는 Building, Information, Modeling의 개별 단어들로 구분할 수 있으며, 그 내용은 아래와 같이 정의할 수 있다.

- Building : Architecture 의미에서의 Building이 아닌 Act of Constructing의 의미로서 Building을 의미한다. 이러한 개념은 철도, 고속도로, 교량, 터널 및 공공시설, 토지조사, 조경, 채광 등으로 건설 적용분야가 확대되는 개념이다.
- Information : 구조화된 정보의 공유는 BIM의 핵심이다. ‘정보 모델’은 3D 모델 정보, 비 그래픽 정보, 문서 및 도면으로 구성되며, 이러한 ‘정보 모델’은 PIM³⁾과 AIM⁴⁾으로 구분된다.

2) Gartner Hype Cycle : 특정 기술의 성숙도, 채용도, 적용도 등을 표시한 그래프로 1995년 Gartner Group이 처음 제시한 개념으로 신기술은 5단계의 순서를 거쳐 최종적으로 기술 정착된다는 이론.
 - 1단계 : Technology Trigger (기술촉발 : 여명기)
 - 2단계 : Peak of Inflated Expectations (부풀려진 기대의 정점 : 유행기)
 - 3단계 : Trough of Disillusionment (환멸단계 : 환멸기)
 - 4단계 : Slope of Enlightenment (계몽단계 : 회복기)
 - 5단계 : Plateau of Productivity (생산성 안정단계 : 안정기) / Wikipedia /

3) PIM (Project Information Model) : 프로젝트 수행에 따라 Capital Expenditure 중에 발생되며, 프로젝트의 정보를 포함한다. PIM은 프로젝트의 종료 시 발주자의 정보요건에 따라 AIM으로 이전된다. / <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-project-information-model-pim>
 4) AIM (Asset Information Model) : Operating Expenditure 동안 관리되고 유지되는 정보 모델이며 자산 정보를 포함한다. / <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-asset-information-model-aim>

- Modeling : 기하학적 형상의 3D 모델은 매우 중요하지만 3D 모델의 엔지니어링 적용 및 3D 모델의 구성과 운영 등 다양한 측면에서의 시뮬레이션이 가능한 확장형태이어야 한다.

Building Information Modeling의 개별적인 단어의 의미를 거쳐 실무적으로 활용되는 토목분야 BIM Data의 구성은 Geometry Data, Information Data, Simulation Data로 분류할 수 있다.

2) Geometry Data (형상정보)

3차원 형상으로 표현되는 유형별 분류와 엔지니어링 적용에 따른 적용별 분류로 나눈다.

① 유형별 분류

- Line (Alignment) : 선형적인 요소로 이루어진 Data / Roadway & Railway Alignment 등으로 작성되며, Meter 값으로 표현되는 Data
- Shape (Surface) : 면의 형태로 이루어진 Data / 주로 DTM (Digital Terrain Model) 형식의 지형 Data로 작성되며, m² 값으로 표현되는 Data
- Solid (Structure) : 부피를 갖고 있는 Data / 3차원 형상의 구조물 작성에 사용하며, Geometry Data의 많은 부분을 차지한다. m³ 값으로 표현되는 Data

② 적용별 분류

- Application of Engineering : 주로 비선형적인 요소로 이루어진 객체로서 엔지니어링 기법을 적용해야만 결과를 도출할 수 있는 Data (토목분야의 많은 Geometry 요소가 포함)

- Application of Not Engineering : 표준화, 모듈화 또는 기성화된 객체로서 세팅된 값들인 매개변수 또는 개별치 수를 변경하여 반복, 재사용이 가능한 Data

3) Information Data (속성정보)

BIM의 중추적인 요소로서 건설단계별로 요구되는 정보를 포함한다.

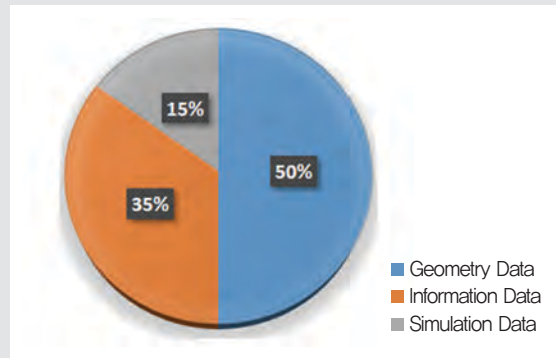
- ① Design Phase Information : 설계와 관련된 정보로서 대상의 분야정보, 명칭정보, 공중정보, 규칙정보, 좌표정보, 물량정보, 코드정보, 사진, 관련문서 등
- ② Construction Phase Information : 시공에 관련된 정보로서 대상의 분야정보, 명칭정보, 공중정보, 자재정보, 물량정보, 코드정보, 시공정보, 사진, 관련문서 등
- ③ Maintenance Phase Information : 유지관리를 위한 정보로서 대상의 분야정보, 기본현황정보, 상태등급정보, 손상분류정보, 보수이력정보, 결함상세정보, 사진, 관련문서 등

4) Simulation Data (속성정보)

Geometry Data와 Information Data를 운영하여 활용 가능한 항목으로 추가적인 확장이 가능한 부분이다.

- ① 3D (Visualization) : 3D를 통한 시각화로 형상의 이해도를 증진시킬 수 있으며, 여러 대안의 3D를 이용한 시뮬레이션으로 최적안을 도출할 수 있다.

〈그림 3〉 BIM Data 작성 시 투입 비율



〈그림 4〉 BIMForum LOD (Civil Part)



〈그림 5〉 LOD (국내 토목분야)

LOD (Level Of Development)					
구분	형상	모델구분	내용	기획설계 단계	기본설계 단계
LOD100 (BIL10)		개념형상 모델 (Concept Design)	개념형상의 단순표현 수준으로 그래픽 표현만 가능한 수준	●	
LOD200 (BIL20)		일반형상 모델 (Schematic Design)	개략적인 수량, 위치, 크기 등의 형상 모델로만 구성된 수준	●	●
LOD300 (BIL30)		상세형상 모델 (Detailed design)	그래픽 정보에 주요 치수와 축성 등 일반적인 축성 정보가 포함된 수준		●
LOD350 (BIL40)		정밀형상 모델 (Construction Documentation)	결근 형상의 표현 또는 타 솔루션과의 연계가 가능한 수준		●
LOD400 (BIL50)		제작 모델 (Fabrication & Assembly)	제작을 위한 세부 형상, 분할 및 조립 등 설치 정보가 포함되어 제작이 가능한 수준		●
LOD500 (BIL50)		최종 준공모델 (As-Built)	시공 상황과 일치된 모델로 설계 및 시공 정보가 포함된 유지보수 연계가능 수준		●

- ② 4D (3D+Time Schedule) : 3D Model과 공정표를 연계하여 일정에 따른 공사 진행 및 공중별 상호 관계를 시각화를 통해 검토 및 관리할 수 있다.
- ③ 5D (4D+Cost) : 4D의 단계별 공정에 맞춰 분할된 객체에 비용을 적용하여 공사 진행에 따른 자재 및 설치 등 원가관리를 할 수 있다.

일반 3D(Graphic) Model만으로는 BIM 개념의 일부분에 불과하기 때문에 BIM 3D Model로서의 자격이 주어지지 않는다. BIM Data에서 중요한 요소인 Information Data가 포함되어있지 않기 때문이다. Information Data는 시설물의 생애주기 단계에서 생성된 물리적, 기능적 특성을 분류하여 서로 공유하기 위한 Digital Data로서 협업상태에서의 공유할 수 있는 지식기반 역할을 담당한다. Information Data의 적용에 따라 Geometry Data의 활용 범위는 확대될 수도 또는 축소될 수도 있다. 이렇듯 Information Data는 BIM Data에서 매우 중요한 부분이다.

〈그림 3〉은 실시설계 단계에서 BIM Data 작성 시 투입되는 작업의 비율로 Geometry Data의 작성이 전체 비율의 50% 이상을 차지한다. Geometry Data의 작성은 BIM Data의 기초가 되며 작성 수준에 따라 입력 및 산출되는 Information Data의 양도 변하게 된다.

Geometry Data의 작성수준은 3D 형상의 상세 표현으로 'LOD'라는 용어를 사용한다. LOD는 'Level Of Development⁵⁾'의 약어로서 AIA⁶⁾에서 빌딩정보모델링 프로토콜 양식의 작성을 위해 개발되었다. 현재에는 'Development' 외에도 'Detail' 또는 'Design'으로도 사용되며 단어 사용의 차이에 구분을 두어 분류하고자 하는 의견도 있지만 대다수가 혼용되어 사용하므로 어느 용어를 선택해도 문제는 없다. LOD는 Geometry Data 구현에 따른 모델요소의 치수, 공간, 정량적, 정성적, 기타 데이터를 포함한 BIM Data의 정보 표현 수준이라고 정의할 수 있다. 일반적인 LOD의 표현 수준은 100~500 단계로 구분하여 사용되고 있으며, 국

내에서는 BIL(BIM Information Level)이라고 정의하고 표현 수준을 10~60 단계로 구분하였다. 〈그림 4〉는 BIMForum⁷⁾에서 작성된 LOD 분류표이다. 지금까지는 건축구조물 대상으로만 LOD를 정의하였으나 2018년 판에서 처음으로 Civil의 LOD를 거두고 형식에 적용하여 발표하였다. 토목 LOD의 적용부분은 이제 시작인 단계로 건축 LOD에 비해 많이 부족한 상태이며, LOD는 매년 업데이트 되어 BIM의 사용 발전에 따라 그 내용을 확대 발표하고 있다. 국내에서도 토목 분야의 LOD에 대해서 발주처 및 연구 과제를 통해 각각 LOD를 분류하고 있으며 대체적으로 동일한 LOD 기준을 제시하고 있어 공통된 내용을 취합하여 토목분야 BIM LOD를 정리하면 〈그림 5〉와 같다.

LOD는 국내 기준의 BIL과 함께 표현되었으며 LOD 단계에 따라 설계 단계에서부터 시공, 유지관리 단계까지 적용할 수 있는 기준을 제시하였다. 적용 단계별로 하나의 LOD로만 BIM Data가 구성되는 것이 아니라 BIM 적용의 목적에 따라 LOD를 혼용하여 사용할 수도 있다.

4. 설계단계 시 BIM 적용 분야

스마트 건설기술 중 설계단계 시 적용 가능한 기술로는 BIM이 가장 적합하다. 스마트 건설기술에는 많은 4차 산업의 신기술들이 있지만 대부분의 기술들은 시공 및 유지관리 단계에서 효과적으로 적용할 수 있는 기술들이다. 설계 단계 시 적용할 수 있는 BIM 기술은 기획단계, 기본단계, 실시단계 별로 구분하여 적용하며, 각 단계에 따

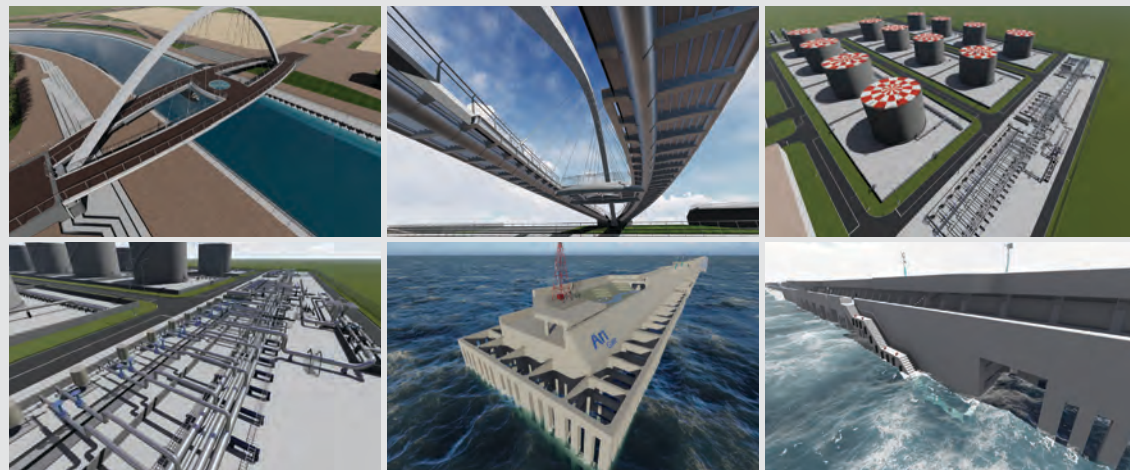
5) LOD / AIA Document E202™ - 2008, Building Information Modeling Protocol Exhibit
AIA Updated E203™ - 2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit
6) AIA / American Institute of Architects / <https://www.aia.org>

7) BuildingSMART International 미국지부 / 개방형 BIM 표준의 사용 자원 / <https://bimforum.org>

〈표 4〉 설계단계 시 BIM 적용 내용

분야	BIM 적용 활용 방안		적용 분야
구조/교량	- 복잡부 및 시공성 검토 - 장비운영 계획검토 - 2D Drawing Revision 신속변경	- 주요 가시설 계획 - 거푸집 및 철근 조립 검토	- Mook-up모델 시각화
도로/철도	- 사전 노선 검토의 다양성 - 장비운영 및 조합 최적화 - 교통처리 검토	- 토공량 정밀 검토 및 유동계획 - 부대공 계획	- 토공 유동 최적화 - 장비 최적 운영
도시철도	- 지하 가시설 검토 - 기존 구조물 연결 및 지장물 간섭 검토	- 출입구 및 환기구 등 돌출물 검토	- 가시설 계획 최적화 - 지장물 이설 계획
터널	- 갱구부 상세 검토 - 발파암 및 버력 처리계획	- 터널내 공간계획검토 - 계측관리 및 공정계획 적정성 검토	- 주요 접합부시공 계획 - 장비 최적 운영
수자원	- 하천 준설량 검토 - 수자원 구조물 배치 및 시공성 검토	- 기계설비 간섭 검토	- 준설량 최적화 - 설비간섭 사전해결
항만	- 대형콘크리트 구조물의 철근조립 검토 및 철근VE - 유틸리티 관망시설 검토	- 준설량 검토	- 철근량 최적화 - 관망 간섭 사전 해결
단지 / 상하수도	- 토공량 정밀 검토 및 유동계획 - 지하 유틸리티 관망 검토	- 개발계획 수립단계 현황 검토 - 상하수도 배관 및 배수 관련 검토	- 토공 유동 최적화 - 지하간섭 사전 해결

〈그림 6〉 사내 BIM 전문가 교육 Pilot Project 성과물



른 BIM의 적용사항들은 새로운 내용일 수도 있으나 기획~기본~실시의 연속적인 단계로 적용한다면 전 단계의 내용을 후 단계에서 확대·확장하는 개념으로 볼 수 있다.

BIM은 Solution을 다루는 엔지니어의 역량에 따라 결과물 및 BIM 활용성 등 최종 성과의 차이가 발생한다. BIM은 엔지니어의 생각과 의도를 표현하는 도구로서 일반설계와 같이 설계자의 능력에 따

라 그 내용은 전혀 달라진다. BIM 프로젝트 수행 시 초기단계의 BIM 구상에서부터 실제 수행과정에 따른 적용 방안 및 성과물에 대한 구성 등 BIM을 수행하기 위한 준비 단계에서부터 엔지니어의 역량은 발휘되며 이는 수행 및 최종 결과물까지도 영향을 미친다.

현재 진행하고 있는 사내 BIM 전문가 교육에 참여하고 있는 엔지니어들은 각 분야별로 BIM 적용성을 판단하여 현 단계(BIM 제도 및 BIM Solution 기술수준)에서 BIM을 계획하며, 설계기술을 적용한 BIM을 수행(실제 설계과정을 BIM으로 대체하여 수행가능 판단)하여 기존 설계 성과물과의 비교 검증을 통해 BIM Data의 신뢰성 및 정확성을 확인하였다.

5. 결론

현재 국토교통부는 4차 산업의 기술 발전에 따라 건설 산업에 대한 스마트 건설기술 적용계획을 발표하여 건설 전반에 스마트 건설기술을 적용하고자 대상 사업들을 추진하고 있다. 이는 낙후된 기존 건설산업 전반에 새로운 에너지를 투입하여 신성장 동력으로 활용하기 위해서이다. 초기 산업에서의 신성장 동력으로는 자원 및 자본과 같은 유형의 요소였으며 산업 발전에 따라 지식 및 문화와 같은 무형의 요소로 점차 바뀌어 가고 있다. 이에 스마트 건설 기술은 건설산업에 새로운 지식을 도입하여 타 산업에 비해 저조한 생산성을 갖고 있는 건설분야의 생산성을 향상시키고자 하는 것이다. 따라서 건설 산업에서의 한 부분을 차지하고 있는 설계부분에서도 새로운 지식과 기술을 적용하여 생산성 향상에 기여해야 한다. 설계분야의

생산성 향상은 단순히 BIM 적용만으로는 이루어지는 것은 아니다. BIM을 적용할 수 있는 건설 환경, 제도, 규약, 기술 및 인력 등 많은 부분의 변화가 있어야만 가능하다. 그러나 아직까지 2D 기반의 건설 환경에 BIM 기술만을 적용하려 하고 있어 신기술 적용에 따른 효과는 반감 되고 있다. 글로벌 건설 선진국처럼 BIM을 적용할 수 있는 기술력 보유와 더불어 건설환경 역시 BIM에 걸맞게 변화되기를 바라며, 이러한 건설 환경의 변화가 빨리 이루어져 설계분야에서의 스마트 건설기술도 활발하게 활용되기를 바란다. 🇰🇷

참고 문헌

1. 건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵, 2018, 국토교통부
2. Level of Development Specification Part I & commentary, 2019, BIMFORUM
3. Global BIM Study - Lessons for Ireland's BIM Programme, 2017, CITA
4. 건축분야 BIM 적용 가이드, 2010, 국토해양부
5. BIM 확대적용에 따른 토목 엔지니어링 대응방안, 2018, 토목학회
6. 공공건설공사 BIM 현황과 미래전략, 2018, 한국건설기술연구원

정책과 기술 01

고속도로 터널부 교통안전 및 소통 향상 종합대책

이승준 | 한국도로공사 도로교통연구원 교통연구실 연구위원

1. 연구 배경 및 목적

최근 수년간 남해선 창원1터널, 중부내륙 상주터널, 영동선 봉평터널 등 고속도로 터널부에서 대형교통사고가 발생하여 많은 사상 피해와 물적 피해가 크게 발생하였고, 이로 인해 언론보도 등을 통해 고속도로 터널부 교통안전에 대한 사회적 관심이 급증하고 있다. 고속도로 관리기관인 한국도로공사 본사 및 지역본부에서는 관할 터널부에 대한 교통안전 조치를 신속히 취하여 추가적인 터널 교통사고의 예방에 노력하여 왔다. 그러나 이러한 조치는 개별 지사에서 사고가 발생한 터널에 대한 후속조치로서 지사마다 접근 방법이 상이하고 통일된 기준에 의한 표준화된 대책이 아니기 때문에 향후 대형교통사고가 발생할 수 있는 터널부에 대한 근본적 예방조치계획의 수립에는 한계가 있다. 이에 따라 터널부 교통안전을 향상시킬 수 있는 종합적이고 표준화된 틀을 만들기 위해 한국도로공사 본사 및 지역본부와 협의하여 더욱

〈그림 1〉 고속도로 터널 대형교통사고 (사례)



발전된 고속도로 터널부 교통안전 대책을 수립하는 목적의 연구가 수행되었다.

2. 터널 교통사고 현황 및 문제점 파악

고속도로 터널부에서 발생하는 교통사고의 주요 유형과 그 원인을 살펴봄으로써 고속도로 터널부 교통사고의 특징과 그 대책 방안을 모색하였으며, 다음과 같이 네 가지의 분석이 수행되었다.

- ① 터널부 교통사고 현황분석을 통한 문제점 분석
- ② 운전자 설문조사를 통한 터널 주행환경의 문제점 분석
- ③ 현장조사를 통한 현황파악 및 문제점 분석
- ④ 한국도로공사 지역본부의 터널 교통안전관리 현황 및 개선 방향

2.1. 터널부 교통사고 현황 및 문제점 분석

전체 고속도로 사고 중 터널에서 발생한 사고는 매년 증가추세를 보이고 있으며 높은 수준의 치사율과 심각성으로 인해 터널사고에 대한 방지대책 및 관리방안이 요구되고 있다. 특히, 터널 내부 지정체뿐만 아니라 졸음, 과속 등 운전자의 부주의한 운전으로 인한 대형 차량추돌사고가 크게 증가하고 있다.

〈그림 2〉 고속도로 터널부 사고유형



2.2. 운전자 설문조사를 통한 터널 주행환경의 문제점 분석

1) 운전자 설문 개요

터널 주행환경의 문제점을 파악하고 개선방안을 도출하기 위해 운전자 설문조사를 수행하였다. 설문대상자는 터널관리 및 교통관련 종사자, 일반인 등 총 300여 명을 대상으로 하였고, 이 중 총 129명이 응답하였다. 터널 주행 시 문제점 파악을 위해 제시된 내용은 총 9가지 항목에 대한 우선순위를 정하는 것이었으며, 이 외에 설문응답자가 느끼는 터널 주행 시 문제점을 제시하였다.

〈표 1〉 설문조사 결과 분석 및 개선대안 검토

우선 순위	터널 문제점 (유형)	실행 가능 대안	
		가능 대안 (○)	부분적 가능 대안 (△)
1	정체	VSL(점진적 속도 제어), 차량간격 유지, 정체 선두차량 신속 소거 / 터널 진입차량에 터널 내 소통정보 제공	차로변경 허용 / 충분한 길어깨 / 오르막차로
2	서행 중 차량	터널 진입 차량에 터널 내 소통정보 제공(이하 중복)	차로변경 허용, 지정차로제
3	갑작스런 끼어들기	안전운전 계도	차로변경 허용
4	좁은 터널 폭원	도로선형, 시설 및 차선 시인성 향상	충분한 길어깨
5	난폭운전	안전운전 계도 / 단속	
6	터널 입구 좁고 어두움	밝은 조명 / 도로선형, 시설 및 차선 시인성 향상	(확폭)
7	암순응 / 명순응	터널 입출구부 밝기 조절 (시설처 협의 예정)	(자연채광)
8	조명 / 도로(시설물) 시인성	조명 밝게 관리 / 도로선형, 시설 및 차선 시인성 향상 / 경관조명 / 청소	
9	터널 벽면 경관 단조로움	도색 / 경관조명	
기타	기타	경광등 소음 관리 / 과속단속 위치 조정 / 선형(차선 유도시설 위치 조정 / 터널 진입 차량에 터널 내 소통정보 제공 / 돌발상황 관리 / 2차사고 예방	터널 입출구부 미끄럼 방지 / 터널 입출구부 선형 및 진출입 시설 설계기준 검토

2) 운전자 설문 결과

〈표 1〉은 설문조사 결과 도출된 문제점 우선순위와 터널 주행환경의 개선을 위한 ‘도로/시설, 운전자, 교통’ 측면의 실행가능 대안 및 부분적 실행가능 대안을 보여준다. 설문조사 결과, 터널 주행 시 문제점으로 제시된 9가지 항목의 우선순위는 ①터널 내부 정체, ②서행 중차량, ③갑작스런 끼어들기, ④좁은 터널 폭원, ⑤난폭운전, ⑥터널 입구 어두움, ⑦암순응/명순응, ⑧조명·시인성 부족, ⑨터널 벽 경관 단조로움으로 나타났다.

2.3. 현장조사를 통한 터널 시설 현황파악 및 문제점 분석

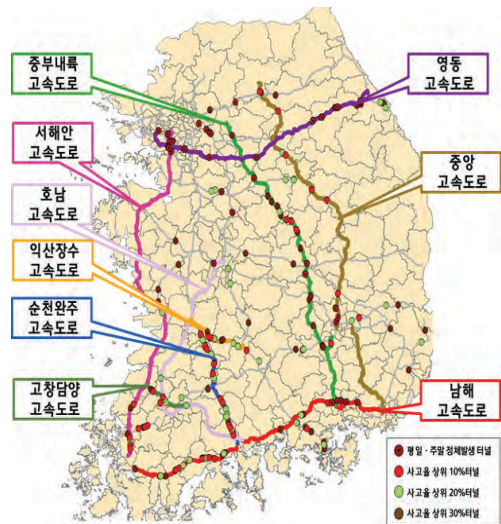
1) 사고현황을 반영한 현장조사지점 선정

고속도로 터널사고 다발 노선을 분석하기 위하여 각 노선의 전체 터널수와 사고건수를 비교하였다. 현장조사 우선순위를 정하기 위하여 노선별 사고발생 터

〈표 2〉 현장조사 우선순위

번호	노선명	노선별 사고터널 비율		평균사고건수				순위 합계	현장조사 우선순위
		비율	순위	사고건수 / 전체터널	순위	사고건수 / 사고발생터널	순위		
1	남해고속도로	80.46%	4	6.47	3	5.09	2	9	1
2	중부고속도로	87.50%	3	4.57	4	4.00	4	11	2
3	영동고속도로	72.50%	10	7.76	1	5.63	1	12	3
4	서해안고속도로	88.89%	2	3.72	9	3.31	5	16	4
5	순천완주고속도로	77.63%	7	4.15	6	3.22	6	19	5
6	제2경인고속도로	66.67%	14	6.50	2	4.33	3	19	6
7	호남고속도로	91.67%	1	3.18	13	2.92	8	22	7
8	서울외곽순환고속도로	69.23%	11	4.44	5	3.08	7	23	8
9	고창담양고속도로	78.57%	6	3.45	10	2.71	10	26	9
10	중부내륙고속도로	67.57%	13	4.02	7	2.72	9	29	10
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

〈그림 3〉 사고건수 및 지정제 현황을 반영한 현장조사 최종노선



널의 비율과 평균사고건수를 고려하여 노선별 우선 순위를 결정하였으며, 이는 〈표 2〉와 같다.

2) 현장조사 결과

앞서 살펴본 운전자 설문조사 결과에 의한 문제점

이외에 현장조사를 통해 파악된 터널부의 주요 문제 점은 ①시거제한 ②신규터널 대비 기존터널 차이점 (길어깨 유무, 차선사인성, 조명, 청소상태 등) ③시 선유도시설(LED등) 위치 상이 ④이동작업 시 정보 제공(표지판, VMS, LCS) 미흡 및 부정확 ⑤경광등 소음, 경관조명, 교통안전표지(비정규표지) 등 통일 된 기준 부재 등이 있었다.



2.4. 한국도로공사 터널 교통안전관리 현황 및 개선 방향

고속도로 터널 교통안전관리 기관별 교통안전대책 현황을 파악하기 위하여 관련기관 방문 및 현황조사를 실시하였다.

먼저 서울양양고속도로의 개통(2017년 6월)에 앞서 국내 최장터널로 건설된 인제양양터널(약 11km)의 교통안전시설 현황을 파악하고 보완방안을 마련하기 위해 홍천양양건설사업단을 방문하여 두 차례의 자문회의와 현장점검 및 보완방안을 제시하였다. 인제양양터널 교통안전 관련 주요사항은 기존의 다른 터널과 달리 국내 최장터널임을 감안하여 다양한 교통안전시설을 설치하였다. 그 중 터널 천장과 벽면에 LED 조명을 이용한 경관조경, 터널 내 차로변경이 가능한 점선차선, 추돌경고시스템, 터널 내부 소통상황 정보를 제공하는 VMS, 차선 및 선형유도를 위한 LED 델리네이터, 과속방지 구간과속단속 등

〈표 3〉 관리 주체별 터널 내부 소통정보 제공 방식 및 이슈 사항

	내용 : 터널 소통정보 전방에 제공			
	정보수집	정보가공	정보제공	이슈
홍천양양건설사업단 (인제양양터널)	VDS 도플러 센서	소통상태 구분 (서행, 정체, 사고)	VMS(터널 전방), 경광등, 확산기	❖ 소통 상태 판단 알고리즘 ❖ 터널 소통정보 제공시 개별망 이용 (자체 VMS 운영)
강원본부	VDS 도플러 센서	소통상태 구분 (서행, 정체, 사고)	VMS(터널 전방), 내온 (터널 입구), LCS, 확산기	
대구경북본부	VDS	소통상태 구분 (서행, 정체, 사고)	VMS(터널 전방)	
창원지사 (창원1터널)	도플러 센서	소통상태 구분 (서행, 정체, 사고)	VMS(터널 입구), 경광등	❖ 터널 소통정보 제공시 VMS ITS망 연계 (ITS처 및 교통처 협의 필요)
스마트하이웨이 사업단	레이더	소통상태 구분 (서행, 정체, 사고)	VSL (터널 전방 3개 지점)	

을 설치 운영하고 있었다.

강원본부의 경우는 최근 터널부에서 발생한 대형교통사고에 대한 대책으로 강원본부 관내 영동선 봉평터널 및 둔내터널 등에 교통안전시설을 설치하였다. 주요 교통안전시설은 터널 내부 소통정보제공, 터널 내 추돌경고 음성안내, 터널 내부 LCS 운영, 비정규 교통안전표지 등의 설치를 계획하였다.

대구경북본부의 경우는 교통사고가 빈번히 발생한 상주터널에 대하여 터널 내부 소통정보 수집 및 터널 전방 VMS에 정보제공을 계획하고 있었다. 그러나 정보수집 및 정보제공을 위한 시설물의 추가 투입 없이 기존의 교통검지체계와 VMS의 이용을 계획하고 있어서 본사 교통처 및 ITS처의 적극적인 협조가 이루어지지 않을 경우 자체로 계획하고 있는 교통안전대책을 시행하기 곤란한 상황이었다.

부산경남본부(창원지사)의 경우는 국내 가장 많은 대형교통사고가 발생하고 있는 창원1터널에 대하여 교통사고 예방대책으로 자체 예산을 투입하여 터널 내부 소통정보 수집 및 정보제공 시스템을 구축하였다. 터널 내부 소통정보 수집을 위하여 단거리 검지용 레이더 검지기를 설치하였고, 터널 진입전 입구부에

VMS를 추가 설치하여 자체 통신망을 통해 터널 소통정보를 제공하고 있었다.

스마트하이웨이사업단의 경우는 터널 내부의 교통상황 상태에 따라서 차량의 주행속도를 단계적으로 감속시키기 위한 가변속도제어(VSL) 시스템 설치를 고려하고 있었다. 이 시스템을 구성하는 주요 요소는 정보수집장치로 1km 감지영역의 레이더감지기와 정보제공용 VMS, 그리고 3단계 속도제어 VSL이다.

〈표 3〉은 관리 주체별 터널 내부 소통정보의 수집, 가공, 정보제공, 통신망 구성 등과 관련하여 표준화가 이루어져야 할 항목들에 대한 각 관리기관별 추진내용 및 이슈사항을 정리한 것이다. 관리 주체마다 정보수집 장치가 각기 상이하고, 정보가공 시 소통상태구분 및 판단 기준이 명확히 드러나지 않고 서로 다르며, 정보제공 방식도 차이가 난다는 것을 알 수 있다. 또한 수집된 정보의 제공을 위한 통신망의 구성에 있어서도 자체 통신망을 이용하는 사례와 본사 ITS망을 이용하려는 경우로 나뉘어져 있으며, 고속도로 터널 교통안전관리가 체계적이지 못하고 개별적 접근관리 방식을 취하고 있기 때문에 시급히 표준화 및 통일성을 기해야 할 것으로 판단된다.

3. 터널부 교통안전 종합대책(시범시스템) 수립

지금까지 살펴본 터널 교통사고 특징 및 운영 현황, 문제점 등을 토대로 터널 교통안전에 향상시키기 위한 표준 시범방안을 영동고속도로 둔내터널 및 봉평터널에 도입하였으며, 평택제천고속도로 안진터널에 터널 교통안전 종합대책 시범시스템을 구축하였다.

3.1. 표준화시범방안 및 효과 평가(영동선둔내/봉평 터널)

1) 표준화 시범방안

① 터널 내부 구간별 소통상황 안내시스템

- 운전자의 VMS 정보 신뢰도 및 순응률을 높이기 위해서 제공되는 정보는 서행(정체)과 돌발상황 발생의 2단계로 구성
- 둔내터널과 같이 장터널의 경우는 터널 내 소통 상태를 구별하여 정보 제공

구 분	
둔내터널 (장터널)	
서행시	정체 및 돌발상황 발생시 (문안 점멸)
 (→ 조건 : 60km/h 이하)	 (→ 조건 : 전면 정체 및 돌발상황 발생시)

② 터널 입구부 네온 정보시스템

- 터널 진입부의 형상 및 안전한 진입을 유도하기 위해 터널 입구부에 녹색과 적색점멸의 네온 정보 시스템 운영

평 시(녹색)	정체 및 돌발상황 발생시 (적색 점멸)
 (→ 조건 : 60km/h 이하)	 (→ 조건 : 전면 정체 및 돌발상황 발생시)

③ 가변속도시스템 시범구축 및 운영

- 가변속도제어는 터널 내 최저 평균통행속도를 기

서행시	정체 및 돌발상황 발생시 (점멸)
60km/h 이하	
	

준으로 운영 : VMS 및 터널 입구부 네온 정보시스템 운영 방식과 동일하게 서행(정체) 및 돌발상황 발생의 2단계로 운영

④ 터널 상황정보 음성안내 시스템

- 터널 내 음성안내는 터널 내 최저 평균통행속도를 기준으로 운영 : VMS, 터널 입구부 네온 정보시스템, 가변속도제어 운영 방식과 동일하게 서행(정체) 및 돌발상황 발생의 단계에만 운영

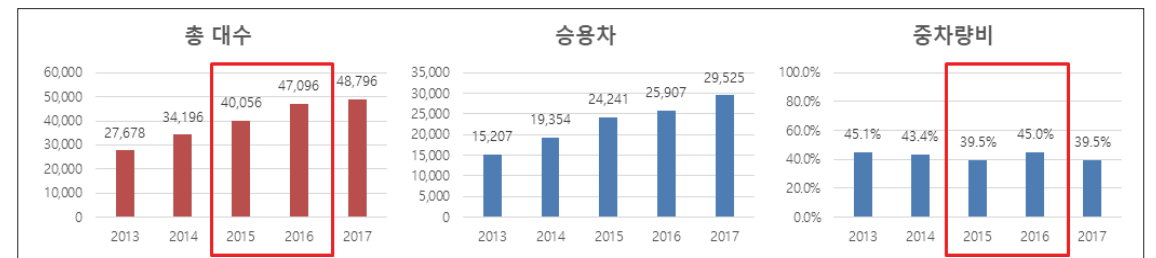
상황	음성안내방송 내용
터널 내 60km/h이하 및 정체 발생	전방에 서행(정체) 발생, 속도를 줄이세요
사고 발생	전방에 사고 발생, 추돌에 주의하세요

2) 효과 평가

- ① 효과 평가 기간 : (시행전) 2016. 9. 1 ~ 2017. 8.31 / (시행후) 2017. 9. 1 ~ 2018. 8.31
- ② 효 과 : 사고건수 감소 (29건 → 7건), 인명피해 감소 (24명 → 1명)

2017.9 시행	사고건수					인명피해		비교 기간
	계	A급	B급	C급	D급	사망	부상	
개선 전	29	0	2	10	17	0	24	2016.9 ~ 2017.8
개선 후	7	0	0	4	3	0	1	2017.9 ~ 2018.8

〈그림 4〉 시범터널 교통량 현황



3.2. 터널 교통안전 시범시스템 구축 및 운영 (안진터널)

터널 교통안전대책 표준화 시범방안의 시행 이후, 평택제천고속도로 안진터널에 대하여 터널 교통안전 종합대책(시범시스템)을 구축하였다. 지금까지 지역본부 및 지사 단위에서 개별적으로 관리되던 터널 교통안전 관리와 달리 터널 교통안전 시범시스템은 한국도로공사 본사 차원의 표준화된 시스템이다. 즉, 터널 교통안전 종합대책에 포함된 모든 안전시설 및 설비가 한국도로공사 정규시설로 구축된 특징을 지닌다.

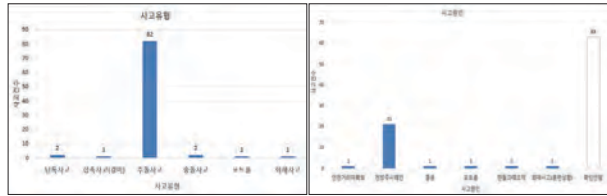
1) 시범터널 교통현황 파악

- ① 교통량 현황 : 연평균일교통량(AADT, 2013~2017년)
- 연평균일교통량은 2013년 27,678대/일 이후로 꾸준히 증가
- 39.5%~45.1%의 높은 중차량의 통행 비율을 보임

② 교통사고 현황 : 사고유형 및 사고원인

- 주요한 사고유형은 추돌사고로 총 사고건수 89건 중 82건(92.1%)을 차지
- 확인된 사고건수 26건 중 21건이 전방주시태만으로 인한 사고(80.8%)이며, 선행차량의 서행이나 정체 상황을 인지하지 못하고 발생한 추돌사고로 해석됨

※ 2016~2018년 총 사고건수 89건 중 사고원인이 확인되지 않은 사고는 63건 임



2) 시범시스템 구축 및 운영 방안

- ① 터널交通安全 시범시스템 구축 내용 : 한국도로공사
터널 주행 안전·쾌적성 향상 추진계획, 2018. 6)
· 대상터널 : 평택제천선 49.3k 안전터널(평택방향), L=2,355m
· 추진일정 : 안전시설 설치 (~2018. 12)
· 시범터널 구축 총괄 기술자문(운영방안 등) : 도로교통연구원
· 소요예산(260백만 원)은 교통처에서 일괄 확보하고, 주관부서에서 예산집행
- ② 터널交通安全 시범시스템 운영 방안 : 주요交通安全시설 운영 기준

〈표 4〉시범시스템 구축 및 운영 방안

구 분	안전시설물	소요예산(백만 원)	주관부서
합 계		260	
터널 내 교통상황 안내강화	① 갱구부 LED조명 및 조명식 터널 표지	90	시설처 (교통처, 도교원)
	② 터널내 주행속도안내 표출시스템 - LCS신호기 속도표출 포함	100	ITS처 (교통처, 도교원)
	③ 터널 상황정보 음성안내 시스템(지향성 스피커)	20	ITS처 (교통처, 도교원)
시선유도 기능강화	④ LED 시선유도등	기설치	시설처
	⑤ 돌출차선	50	교통처
기 타	⑥ 피난 연결통로 대피유도 표지개선	150(기확보)	기술심사처
	⑦ 출구 잔여거리 안내표지	20(기확보)	교통처

- 평시(60km/h 초과) 비운영 (※ 단, 갱구부 LED조명은 터널 진입시 시인성 향상을 위해 운영)
- 서행(정체) 및 돌발상황의 2단계로 구분하여 운영 (※음성안내의 경우 기존의 독자운영시스템 유지, 향후 ITS처와 협의에 의해 운영 방식 변경)

4. 결론

우리나라는 국토의 70%가 산지로 이루어진 지형적 특징을 가지고 있기 때문에 통행시간 절감 및 주행 쾌적성 향상 등을 위해 터널건설이 많아지고 있으며, 또한 장대화되고 있다. 하지만 최근까지도 고속도로 터널에서 대형 교통사고가 빈번하게 발생하여 많은 사상 피해와 물적 피해가 크게 발생하였고, 이로 인해 언론보도 등을 통해 고속도로 터널交通安全전에 대한 사회적 관심이 급증하여 왔다. 그러나 기존에 터널 교통사고에 대처하기 위한 통일된 기준과 표준화된 대책을 포함한 가이드라인이 없어 대형 교통사고가 발생한 터널별로 상이한 대책들이 적용되어 왔다. 이에 대해 고속도로 관리기관인

〈표 5〉터널交通安全 시범시스템 운영 방안

안전시설물	운영 기준		
	평시(녹색)※	서행(정체)시(황색)	돌발상황시(적색 점멸)
① 갱구부 LED조명 및 조명식 터널 표지			
② 터널내 주행속도안내 표출시스템	서행(정체)시 (문안 표출)		돌발상황시 (문안 점멸)
※ LCS신호기 속도표출 포함	서행(정체)시 (속도 표출)		돌발상황시 (속도 점멸)
③ 터널 상황정보 음성안내 시스템 (지향성 스피커)	서행(정체)시 음성안내		돌발상황시 음성안내
	전방에 서행(정체) 발생, 속도를 줄이세요!		전방에 사고 발생, 추돌에 주의하세요!

한국도로공사에서는 관할 터널에 대한交通安全 조치를 신속히 취하여 추가적인 터널 교통사고의 발생을 예방하고자 노력하여 왔다.

이에 본고에서 밝힌 ‘고속도로 터널부交通安全 소통 향상 종합대책’의 연구는 지난 2년간 수행된 결과를 간략하게 소개하였다. 연구에서는 사고의 주요 원인인 차량의 지정체, 과속, 졸음운전 등에 대한 원인조사 및 분석을 통해 도로 및 시설, 운전자, 교통측면의 종합대책을 수립하였다. 또한 고속도로 터널交通安全 향상 방안을 포함한 터널交通安全 종합대책 및 표준화된 시범시스템 구축·운영 방안을 제시하였으며, 일부 추진대책 사례인 영동선 둔내터널과 봉평터널에서는 교통사고 건수 및 사상자수 감소 효과를 거두었다. 아울러 본 연구에 이어 터널交通安全 종합대책의 확대 시행과 4차 산업혁명 시대의

터널交通安全 정책 방향 수립을 위해 추가로 추진 중인 사항은 아래와 같다.

- ① 전국적 확대 시행을 위한 시범시스템 운영 효과 평가 및 확대 적용
 - 시범시스템 효과 평가 (2020. 12)
 - 터널交通安全 표준 시스템 확대 적용 (2021. 6~)
- ② 터널부交通安全 및 소통 향상을 위한 장기적 정책 방향 제시
 - IoT, 빅데이터 등 4차 산업혁명 시대에 부합한 터널 스마트 교통관리 개념 정립 및 향후 전망 제시 (핵심 구성요소, 기능, 구축방향, 추진계획 등)
 - 지하고속도로 망 구축에 대비한 지하고속도로 스마트 교통관리(안전 및 소통) 방안 수립

정책과 기술 02

보행자 안전을 위협하는 교통섬은 적극적으로 정비 필요

유경상 | 서울연구원 연구위원

‘교통섬, 보행사고 위험 오히려 높인다’ 우려 고조

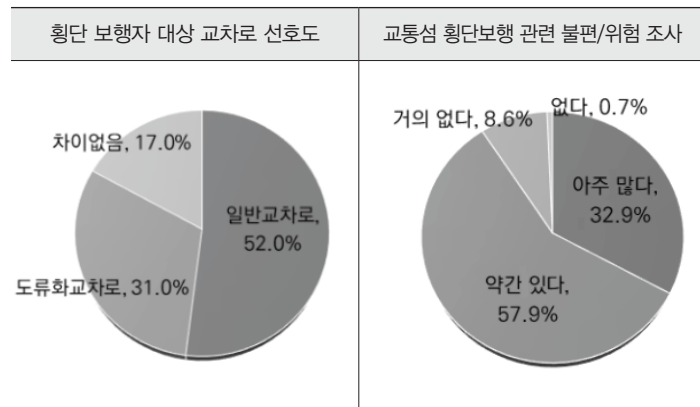
교통섬은 교차로에서의 차량 간 상충을 줄이고 우회전 차량의 원활한 소통을 도모하는 동시에 교차로의 신호 운영 효율화를 위해 1990년대에 교통체계개선(TSM) 사업의 하나로 설치되기 시작하여, 서울시에는 현재 500여 개 교차로에서 900여 개가 운영되고 있다. 그러나 교통섬은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 보행자와 우회전 차량 간 상충을 유발하여 보행사고의 위험을 오히려 높인다는 우려가 지속해서 커지고 있다.

2016년 서울연구원에서 보행자 100명을 대상으로 시행한 설문조사에 따르면 보행자의 52%는 ‘신호로 보행권을 제공해주는 일반 교차로’를 교통섬이 설치된 도류화 교차로보다 더 선호하는 것으로 나타났다. 또한, 보행자 140명을 대상으로 시행한 교통섬 횡단보행 관련 불편/위험도 설문조사 결과에 따르면, 90% 이상의 보행자가 ‘교통섬 횡단 시 불편 및 위험성’을 느낀다고 응답하여, 교통섬이 보행자의 안전을 보장하기보다 오히려 사고를 유발하는 시설로 인식하는 것으로 드러나 제거 또는 개선의 필요성이 드러났다.

<그림 1> 교통섬에 따른 보행사고 위험 증가
(출처: JTBC, MBN)



<표 1> 교통섬에 관한 시민 인식 조사 결과



자료: 서울연구원, 2016, 「신호교차로에서 보행 우선권 확보를 위한 교통운영 방안」

<표 2> 해외 주요 도시의 교통섬 관련 정책 동향

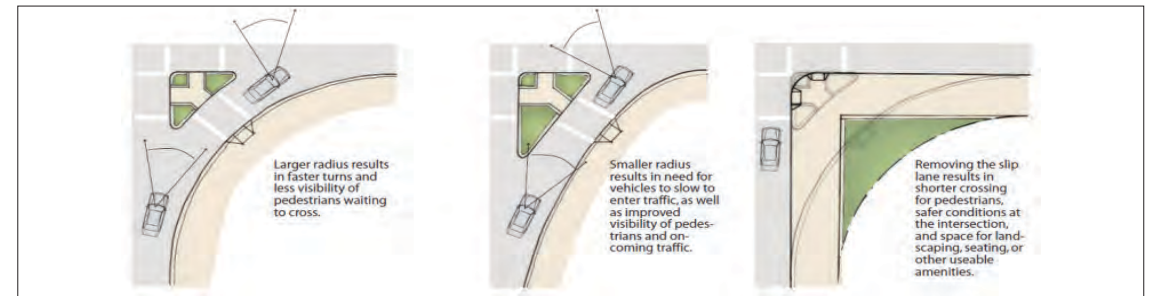
주요 도시	안전시설물	주관부서
미국 고속도로관리국	연방고속도로관리국 지침	교통섬은 차량 중심의 시설로 보행을 방해하는 시설
플로리다	City of Fort Myers Complete Streets Guidelines, 2013	교통섬은 차량 중심의 시설로 보행을 방해하는 시설
샌프란시스코	A Guide Making Street Improvement in San Francisco, 2010	보도로 편입하여 보행자를 위한 보행플라자 설치 제안
LA	People Street Program	기존 교통섬을 파크렛과 광장으로 탈바꿈 추진(Sunset Triangle Plaza)
시카고	Complete Streets Project	교통섬을 최소화하여 횡단거리 축소 권고
호주 멜버른	City Road Master Plan, 2015	보행 안전강화를 위해 교통섬을 없애고 보행공간 확장 권고
뉴질랜드 오클랜드	City Centre Master Plan, 2012	교통섬 철거로 보행 횡단시간이 줄어 보행자 및 운전자 편의성 향상 유도

국내외서 차량 중심의 교통섬을 제거하거나 개선할 것을 권고

미국의 자동차 안전기준을 제정하고 관리하는 기관인 고속도로 관리국이 발표한 ‘연방고속도로관리국 지침’에서는 교통섬은 차량 중심의 시설이고 보행을 방해하는 시설로 기술하고 있다. 플로리다의 ‘City of Fort Myers Complete Streets Guidelines, 2013’은 보행자 측면에서 우회전 도류화 차로의 제거를 고려해야 한다고 하고 있고, 샌프란시스코의 ‘A Guide Making Street Improvement in San Francisco, 2010’과 LA의 ‘People Street Program’은 기존의 교통섬을 보도로 편입하여 보행자를 위한 광장 및 보행플라자 등으로 탈바꿈하는 사업을 추진하고 있다. 미국 대부분의 주정부도 ‘Complete Street Manual’을 통해 교통섬을 가급적 제거하여 차량운전자의 시야 확보와 보행자 안전을 향상시킬 것을 권고하고 있다.

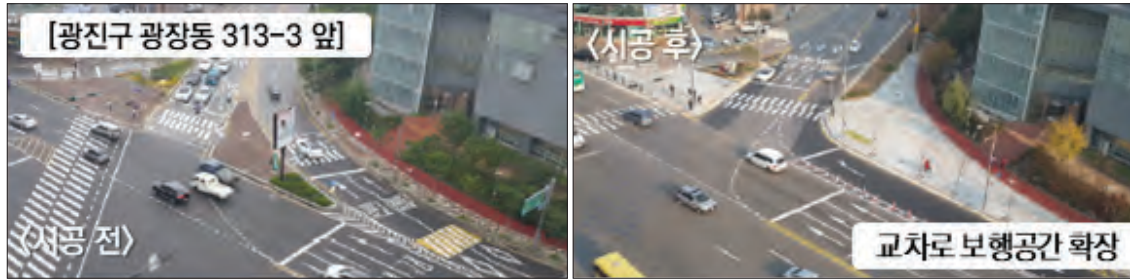
미국뿐만 아니라 호주 멜버른의 ‘City Road Master Plan, 2015’와 뉴질랜드 오클랜드의 ‘City Centre Master Plan, 2012’도 교통섬을 없애 보행공간을 확장하고 횡단시간을 줄여 보행자의 안전을 강화하도록 권고하고 있다.

<그림 2> 우회전 도류화 차로와 안전



자료: San Francisco, 2010, A Guide Making Street Improvement in San Francisco.

〈그림 3〉 교통섬 제거 사례(서울시 광진구)



서울시도 2017년 「서울시 가로설계 및 관리 매뉴얼」을 제작하여 교차로의 교통섬 제거 및 유지에 관한 가이드라인을 제시하였다. 교통섬 관련 기본방향은 교차로의 우회전 차량소통을 위해 설치된 교통섬을 제거하여 보행공간을 확보하는 것이다. 이 매뉴얼은 교차로에 교통섬이 존재하면 상대적으로 큰 회전반경을 유지할 수 있어 차량이 빠른 속도로 편리하게 우회전이 가능하지만, 우회전 차량과 보행자의 상충이 발생하여 보행자의 안전을 위협한다고 기술하고 있다. 이에 교통섬과 우회전 차로를 제거하고 보행공간을 확장하면, 회전반경이 줄어들어 우회전 차량의 속도를 줄일 수 있다고 설명하고 있다. 이 매뉴얼에 따라 광진구는 [그림 3]에서 보는 바와 같이 광장동의 교통섬을 제거하고 기존 도류화 우회전 차로 공간을 보행공간으로 조성하고 차로를 재설계하는 사업을 완료한 바 있다.

서울시에는 교통섬이 도쿄·LA·런던·밴쿠버 등 해외 주요 도시보다 훨씬 많아

「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에서는 교통섬은 자동차의 안전하고 원활한 교통처리나 보행자의 도로횡단 안전을 확보하기 위하여 교차로 또는 차도의 분기점 등에 설치하는 섬모양의 시설로 정의하고 있다. 따라서 교통섬은 도류화가 필요하거나 보행자의 안전을 확보하고 통행편의를 증진하기 위하여 필요하다고 판단되는 지점에 설치하도록 하고 있다. 하지만 가로의 보행량, 교통량, 교차로의 성격, 도로의 등급, 주변 토지이용 등 교통섬 설치에 관한 명확한 기준 없이 도로관리청이 ‘필요시’ 회전차로 및 교통섬 등의 시설을 설치하도록 하고 있어, 서울시에는 보행자 안전보다 차량소통 중심의 교통섬이 해외 주요 도시에 비해 다소 과도하게 설치되어 있는 측면이 있다.

서울시 내부자료에 의하면 서울시에는 총 7,172개소 교차로가 설치되어 운영 중이며, 전체 교차로의 7.3%인 523개 교차로에 최소 1개 이상의 교통섬이 설치되어 운영 중인 것으로 나타났다. 설치·운영 중인 교통섬은 총 963개로 이는 523개 각 교차로에 1~2개의 교통섬이 설치되어 있다는 것을 의미하며, 지역별로는 중구, 영등포구 등 도심뿐만 아니라 송파구, 서초구, 강서구, 강남구 등에도 상당히 많은 교통섬이 설치된 것으로 나타났다. 특히 〈그림 4〉에서 보는 바와 같이 유동인구가 많은 도심 지역에 집중적으로 설치되어 있음을 알 수 있다.

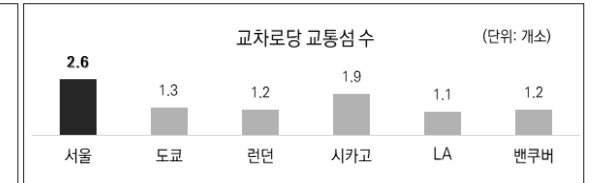
〈그림 4〉 서울시 간선도로 교통섬 분포 현황



〈그림 6〉 국내외 주요 도시별 교통섬 현황 비교



〈그림 5〉 국내외 주요 도시별 교차로당 교통섬 수 비교



자료: 서울연구원, 2016, 「신호교차로에서 보행 우선권 확보를 위한 교통운영 방안」

도심을 중심으로 반경 20km 내외의 방사형 간선도로축을 중심으로 해외 주요도시 및 서울시의 교통섬 설치현황을 살펴본 결과, 서울시의 교통섬이 다른 도시보다 약 2배 더 많이 설치·운영되고 있는 것으로 파악되었다. 해외의 주요 도시는 우회전 차량의 원활한 소통을 위해 주로 보행자가 비교적 적은 도시 외곽지역의 간선도로급 이상 교차로에서 교통섬을 설치·운영하고 있으며, 도쿄는 주로 도시고속도로로의 원활한 진출·입을 위해 인접 교차로에 설치·운영하고 있는 것으로 나타났다. 반면, 서울시는 보행자가 많은 도심의 교차로에도 교통섬이 필요 이상으로 많이 설치·운영되고 있으며, 간선도로뿐만 아니라 집산도로 등 등급이 낮은 도로가 교차하는 교차로에도 교통섬이 설치·운영되고 있어, 보행자의 안전을 위협하고 있는 것으로 분석되었다.

교통섬 정비 시에는 차량과 보행자 안전을 최우선으로 고려

교통섬은 별도의 대기공간을 제공해 보행자의 안전을 확보하고 우회전 차량의 원활한 소통과 교차로의 신호운영 효율화 및 차량 간 상충 최소화를 목적으로 설치되었다. 따라서 교통섬을 제거 또는 개선하기 위해서는 도로이용자 즉, 차량과 보행자 등의 안전을 최우선적으로 고려하여 정비방향을 결정할 필요가 있다. 이외에도 교통섬 정비 시에는 가로 교통량, 보행량, 교차로 기하구조, 사고 위험성, 지역특성, 우회전 도류화 차로의 기능, 횡단거리, 교통섬 크기 등 다양한 요소를 고려하여 교통섬을 제거 또는 개선, 존치 등의 의사결정을 하여야 한다.

〈표 3〉 교통섬 정비 방향

구분	가급적 제거 / 개선	가급적 존치
교통량 vs 보행량 / 교차로 위치		국지 및 집산도로 매우 높음 간선도로 높음 보조간선도로 높음 도시고속도로 낮음
교차로 기하구조	3, 4, 5지 형태의 교차로	교차로 형태가 원형 또는 회전형(Roundabout)인 경우
우회전 차로 연계	도류화 기능만 수행	· 주변시설물 진출입로 역할 (우회로 확보 어려움) · 노선버스 정류장 존재 (정류장 이설 어려움)
사고 위험성	· 어린이 및 노인보호구역 내 존재 · 교통섬 주변 어린이 통학거리 내 초등학교나 교통약자시설 존재	—
횡단거리	—	긴 횡단거리에 따른 보행섬 역할
면적	보행 서비스수준(LOS) C 이하 (인당 0.6㎡ 이상 대기공간 확보 불가)	—
지역 특성	도심 (3도심, 7부도심)	외곽

다만, 도심 등 유동인구가 많은 지역의 교통섬은 차량과 보행자의 상충 가능성이 크고, 차량소통보다 보행자 우선의 세계적인 교통정책 방향을 감안할 때, 가급적 제거하고 부득이하게 존치할 경우 보행자 안전을 확보할 수 있는 개선방안을 모색하여야 한다.

아래에서는 서울시의 교통섬 설치현황 조사, 전문가 자문, 관련 연구 검토 결과 등을 토대로 서울시 교통섬의 정비 기본방향을 제안해 보고자 하였다.

- ① 우회전 교통량이 250대/시 이상이면서 보행량 800인/시 이하인 교통섬은 우회전 교통량의 원활한 처리와 교차로 서비스 수준 유지를 위해 가급적 존치하고 그 외 교통섬은 보행자의 안전을 위해 제거 또는 개선하도록 한다. 특히 우회전 교통량이 250대/시 미만이고 보행량이 800인/시 이상인 교통섬은 제거를 원칙으로 한다. 「신호교차로에서 보행 우선권 확보를 위한 교통운영 방안, 서울연구원, 2015」 연구는 우회전 교통량이 260대/시 이상이고 보행량이 800인/시 이하인 경우 도류화 교차로로 운영하는 것이 더욱 효율적이라는 연구결과를 제시하고 있다.
- ② 교차하는 도로의 등급을 기준으로 도시고속도로의 진출입 도류화를 위해 설치된 교통섬은 가급적 존치하고, 그 외 교통섬은 제거 또는 개선하도록 한다. 특히 집산/국지도로에 설치된 교통섬은 가급적 제거를 원칙으로 하고 다양한 요소를 고려하여 정비하도록 한다. 이는 집산/국지도로의 경우 생활권 내 도로

로 차량소통보다 보행자의 안전이 우선시되기 때문이다.

- ③ 교차로의 형태가 원형 또는 회전형(Roundabout)인 경우는 교차로 기하구조상 도류화가 반드시 필요하다고 판단되어 설치된 것이므로 가급적 존치하고, 이 외 3, 4, 5지 형태의 교차로에 설치 및 운영되고 있는 교통섬은 우선 정비하도록 한다.
- ④ 우회전 차로의 역할이 단순 도류화를 목적으로 설치된 교통섬은 제거 또는 개선하되, 우회전 차로가 주변시설물의 진출입로 역할을 하고 있지만, 이를 제거하면 우회 진출입로 확보가 어려울 때는 존치하도록 한다. 또한, 우회전 차로에 노선버스 정류장이 설치되어 있는 경우에도 노선버스 정류장의 이전 등이 곤란할 때는 가급적 존치하도록 한다.
- ⑤ 교통약자의 보행안전을 확보하기 위해 어린이 및 노인보호구역 내에 설치되어 있는 교통섬은 제거를 원칙으로 하고, 교통섬을 기준으로 ‘어린이 통학거리’ 내에 초등학교나 교통약자시설 등이 존재하는 경우에도 해당 교통섬은 교통약자가 많이 이용할 가능성이 크므로 제거를 원칙으로 하여 정비하도록 한다.
- ⑥ 횡단거리가 상대적으로 길어 보행섬 역할을 하는 교통섬은 보행자 안전을 위해 가급적 존치하도록 한다. 교차로 횡단거리가 길면 보행속도가 느린 교통약자는 물론 일반 보행자도 신호가 바뀌기 때문에 차로에 고립되어 차량으로부터 사고 위험성이 증가한다. 이런 사고 위험성을 방지하고자 보행자의 대기공간으로 설치된 교통섬은 존치하는 것이 바람직하다.
- ⑦ 유동인구가 많은 지역에 설치된 교통섬 중 보행자 대기공간을 충분히 확보하기 어려운 교통섬은 제거를 원칙으로 하여 정비하도록 한다. 교통섬이 너무 작아 횡단신호를 기다리는 보행자가 차도에서 대기하는 사례가 있으므로, 대기공간의 추가 확보가 어려울 때에는 보행자 안전을 위해 가급적 제거하는 것이 바람직하다.
- ⑧ 유동인구가 많고 차량통행 억제가 필요한 도심에 설치된 교통섬은 가급적 제거하도록 한다. 해외 주요 도시의 경우 교통섬은 도심보다 외곽에서 도류화를 목적으로 설치되어 있는 경우가 많은 반면, 서울시는 도심 지역에 집중 설치되어 있다. 그러나 도심은 유동인구가 많고 교통량도 많아 교차로에서 보행자와 차량의 상충이 빈번하게 이루어지고 있으므로, 외곽에 설치되어 있는 교통섬보다 도심 내 교통섬을 우선 정비하여야 한다.

도심에 있거나 주변에 교통약자시설이 있는 교통섬부터 우선 정비 필요

서울시에 존재하는 963개의 교통섬을 순차적으로 제거하거나 개선하기 위해서는 사업의 우선순위 설정이 필요하다. 교통섬 정비사업의 우선순위 설정을 위해 〈표 4〉와 같이 안전성, 이동성, 기능성 및 공간 활용성 등 4개의 상위 평가지표를 설정하였다. ①안전성 하위 평가지표는 차량안전, 보행자 안전, ②이동성 하위 평가지표는 우회전 속도, 교차로 유형, ③기능성 하위 평가지표는 우회전 교통량, 교차로 서비스수준, 횡단 보행량, ④공간 활용성 하위 평가지표로는 공간적 위치, 교통섬 크기, 주변 토지이용, ⑤사업 용이성 하위 평가지표는 도로관리청의 투자의지와 민원 등 총 12개의 세부 평가지표를 설정하였다.

〈표 4〉사업 우선순위 설정을 위한 평가지표

평가지표	지표 설명
안전성 차량 안전 보행자 안전	교차로를 이용하는 차량 및 보행자의 안전
	교차로를 이용하는 모든 차량의 안전
	교차로를 이용하는 일반 보행자 및 교통약자(어린이, 노약자 등)의 안전
이동성 우회전 속도 교차로 유형	교차로 이용차량의 이동성
	해당 교통섬 우회전 차로의 첨두시 차량속도
	교차로의 주도로가 간선도로인지 혹은 국지/집산 도로인지 여부
기능성 우회전 교통량 교차로 서비스 수준(LOS) 횡단 보행량	교차로의 제기능성
	해당 교통섬의 첨두시 우회전 교통량(대/시)
	교차로의 차량당 제어지체 (초)
공간 활용성 공간적 위치 교통섬 크기 주변 토지이용	교통섬의 공간 활용성
	교통섬이 도심(3도심/7부도심) 또는 외곽에 위치 여부
	교통섬 면적(㎡)
사업 용이성 투자이지 민원	교통섬 관리주체의 사업의지 및 주변지역 거주자 민원
	교통섬 관리주체의 투자이지
	교통섬 주변지역 거주자의 민원 수준

〈표 5〉평가지표 가중치

교통섬 제거 또는 개선을 위한 평가지표				
안전성	이동성	기능성	공간 활용성	사업 용이성
0.47	0.15	0.22	0.08	0.08
차량 안전	우회전 속도	우회전 교통량	공간적 위치	투자이지
0.14	0.48	0.17	0.33	0.41
보행자 안전	교차로 유형	교차로 서비스수준	교통섬 크기	민원
0.86	0.52	0.21	0.28	0.59
		횡단 보행량	주변 토지이용	
		0.61	0.39	

상위 평가지표와 하위 세부 평가지표의 가중치는 교통, 도로, 보행, 도시 분야의 전문가와 시민단체 소속 전문가 등 총 24명을 대상으로 계층화분석(AHP) 서면조사를 시행하여¹⁾ 〈표 5〉와 같이 도출하였다. AHP 서면조사를 거쳐 평가지표 간 상대적 중요도를 산출한 결과, 상위 평가지표에서는 안전성의 가중치가 0.47로 가장 높았으며, 그다음으로는 기능성과 이동성의 가중치가 각각 0.22, 0.15였고, 공간 활용성과 사업 용이성의 가중치는 0.08로 매우 작게 나타났다.

안전성의 세부 평가지표에서는 보행자 안전 가중치가 0.86으로 차량 안전 가중치(0.14)보다 압도적으로 높았으며, 기능성의 세부 평가지표에서도 횡단 보행량 가중치가 0.61로 다른 세부 평가지표보다 높아, 보행자 관련 지표가 교통섬 정비사업의 우선순위 설정 시 가장 중요한 요소인 것으로 분석되었다.

가중치 도출결과에 따르면, 어린이 및 교통약자가 많이 이용하는 교통섬이나 횡단 보행량이 많은 교통섬의 정비사업이 우선순위가 높게 나타날 것으로 보인다.

교통섬 개선은 현장에 바로 적용보다 교통영향 모니터링 후 시행여부 결정 필요

이 연구는 도로횡단 보행자와 우회전 차량의 상충으로 사고의 위험성이 상존하는 교통섬을 제거하거나 개선하기 위한 정비 기본방향과 사업 우선순위 설정을 위한 가이드라인을 제시하였다. 연구결과는 향후 서울시에서 직접 추진하거나 자치구의 사업신청을 받아 교통섬 정비를 추진할 때 많은 도움이 될 것이다. 1990년대 차량 간 상충을 최소화하고 교차로 신호 운영의 효율화와 차량의 원활한 소통을 위해 집중 설치된 교통섬은 2000년대 들어 보행자 중심으로 교통정책이 변화함에 따라 도로횡단 보행자의 안전을 오히려 위협하는 시설물로 새롭게 인식되고 있어 적극적인 정비가 필요한 시점이다.

다만, 교통섬과 교통류의 도류화 순기능을 고려할 경우 모든 교통섬을 제거하는 것은 바람직하지 않으며, 교차로의 성격과 주변 교통상황, 보행량, 토지이용, 공간의 활용성 등 다양한 요소를 고려하여 보행자의 안전을 심각하게 위협하는 교통섬부터 순차적으로 정비를 추진할 필요가 있다. 이를 위해 우선 시범사업 대상지를 선정하고, 세부적인 교통섬 개선방안과 공간 활용방안을 마련하여야 한다. 시범사업 대상지의 교통섬 개선방안이 마련되면 현장에 바로 적용하기보다는 우선 우회전 차로를 폐쇄하는 임시 시설물을 설치하고 우회전 가각정비를 먼저 시행한 후, 교통섬의 제거가 교차로의 소통에 미치는 영향을 모니터링하여 항구적인 물리적 정비를 시행할지 여부를 결정하는 것이 바람직하다. 

참고 문헌

서울연구원, 2019, 「보행자 중심으로 전환한 도로정책에 따라 보행사고 위험 높은 교통섬부터 정비해야」, 서울연구원, 2016, 「신호교차로에서 보행 우선권 확보를 위한 교통운영 방안」,

1) 2019.8월 2주간 e-mail 서면조사. 교통분야 10인, 도로분야 5인, 보행분야 5인, 도시분야 2인, 시민단체 2인 전문가 참여

정책과 기술 03

초고령 사회를 대비한 고령자를 위한 도로 설계 가이드 전면 개정

윤재용 | 한국도로협회 기술연구센터 도로연구실장

1. 들어가며

우리나라는 2000년에 고령화사회에 진입한 이후 18년 만에 고령사회에 진입하였고, 현재 시점에서 6년 뒤에 초고령사회(전체인구 대비 만 65세 이상 고령인구 비율 20%) 진입할 것으로 예상하고 있다. 이처럼 상당히 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있기 때문에 고령자를 고려한 도로 설계 패러다임 변화가 필요한 시점이다.

그동안 자동차를 이용하는 주요 목적은 경제활동이었다. 그러나 자동차가 보편화되면서 쇼핑·여가 등 다양한 목적으로 자동차가 이용되고 있으며, 이로 인해 사용 연령대 폭도 넓어졌다. 그러나 아직 도로 설계 기준은 경제활동을 하는 연령대 중심으로 규정되어 있다. 물론 모든 운전자들이 도로를 안전하게 이용할 수 있도록 안전율이 반영되어 있지만 초고령사회로 접어들게 됨에 따라 과거에 비해 평균 운전 연령도 높아지게 될 것이며, 이에 도로 여건도 노화에 따른 신체 변화, 인지 변화 등을 수용할 수 있는지에 대한 검토가 필요한 시점이 되었다. 예를 들어 초보운전자, 고령운전자 등이 도로에서 속도를 내지 못하는 경우가 있는데, 도로의 적응 부족일수도 있지만 도로 이용 여건이 고령운전자에게 위험요소로 다가올 때 속도를 줄여서 주행하기도 한다.

한편, 안전속도 5030 등 교통안전에 대한 여러 대책들이 수립되어 교통사고 사망자 수는 감소하고 있으나, 고령운전자로 인한 사망자 비율은 증가하고 있어 고령운전자 안전대책이 필요하다.

〈표 1〉 고령운전자 현황 및 유발한 사망자 수

연도	운전면허 소지자			교통사고 사망자		
	전체	고령자 (65세 이상)	비율(%)	전체 사망자	고령운전자 유발 사망자	비율(%)
2018	32,161,081	3,070,650	9.5	3,781	843	22.3
2017	31,665,393	2,797,409	8.8	4,185	848	20.3
2016	31,190,359	2,492,776	8.0	4,292	759	17.7

특히, 고령자를 고려한 도로의 기하구조 및 시설물 등을 포함한 전면 개정이 필요하다는 지적과 함께 최근 고령자 유발 교통사고 증가 등 고령자를 위한 도로 안전 강화 및 편의 증진에 대한 요구가 계속되어 왔다. 이에 국토교통부는 한국도로협회와 함께 도로주행 시뮬레이터(VR) 실험, 전문가 자문회의, 관계기관 의견조회 등을 거쳐 「고령자를 위한 도로설계 가이드라인」을 전면 개정하였으며, 그 주요 내용은 다음과 같다.

2. 주요 개정내용

① 고령운전자가 넓은 시야를 확보하도록 교차로 개선

도시지역도로에서 고령운전자(1.4초)가 일반운전자(0.7초)에 비해 돌발상황에 대한 반응시간이 2배이기 때문에 교차로에서 사고 확률이 증가하게 된다. 2019년 경찰청 통계를 보면 고령운전자 교통사고 중 50.9%가 교차로에서 발생하였다. 이를 개선하기 위해 고령운전자가 교차로에서 좌회전 시 대향차량을 쉽게 인식하고 심리적 안정감을 높일 수 있도록 분리형 좌회전차로를 설치할 수 있도록 하였다. 또한 도시지역 교차로 사전인지 반응시간을 6초에서 10초로 상향(지방지역과 동일)하여 보다 여유롭게 돌발상황에 대처하도록 하였다.

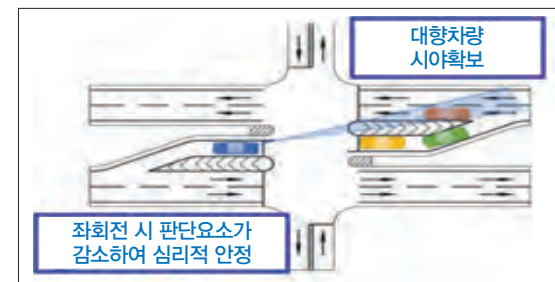
② 고령운전자가 우회전 시 심리적 안정감을 높이도록 개선

고령운전자는 핸들 조향 능력, 거리감각 감퇴 등으로 인해 일반인보다 큰 회전반경으로 우회전하려는 경향이 있다. 이를 개선하기 위해 교차로 진입 전부터 우회전 시작이 가능하도록 설계하여 진입 차선 이탈을 최소화하도록 하였다.

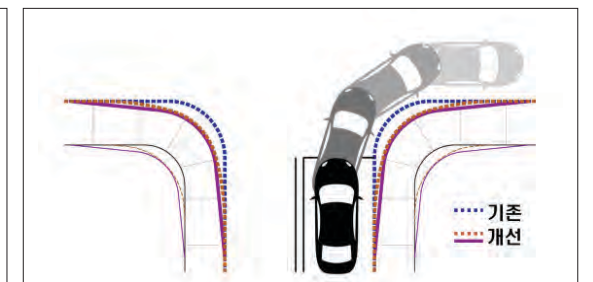
③ 고령운전자가 도로 통행방법을 쉽게 인지하도록 개선

2019년 법규위반별 교통사고 분석 결과에 의하면 기타법규 위반으로 인한 전체 운전자 사망자 유발 비율은 1.7%, 고령 운전자 사망자 유발 비율은 3.6%로 나타났다. 특히 인지능력 저하로 인한 교차로 통행방법 위반, 차로변경 위반 등으로 고령운전자가 발생시킨 사망자 수 비중이 높은 실정이다. 이를 개선하기 위해 직진에서 좌회전으로 갑자기 바뀌는 구간, 5지 또는 6지 교차로, 두 갈래 연결로 등 교통상황의 판단이 어려워 교통사

(가) 분리형 좌회전차로



(나) 우회전 회전곡선반지름 개선



(다) 노면색깔 유도선



(라) 노면색깔 유도선 색상 일치



고가 예상되는 구간에 대해서는 노면색깔유도선, 차로지정표지를 적극 설치하도록 하였다. 특히, 노면색깔유도선과 도로표지 기호 색상을 통일하도록 하여 고령운전자가 통행방법을 쉽게 인지할 수 있도록 하였다.

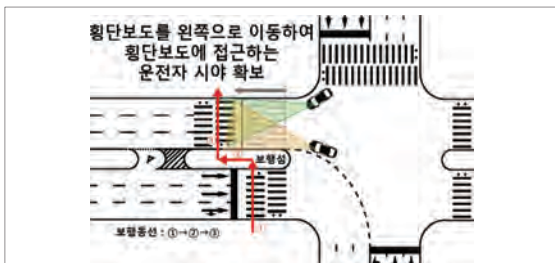
④ 고령보행자의 안전한 횡단보도 통행을 위해 중앙보행섬 설치

도로교통공단의 보행자 보행속도 분석결과에 의하면 일반보행자는 1.51m/s, 고령보행자는 1.24m/s로 일반보행자가 고령보행자에 비해 횡단시간이 부족한 것으로 나타났다. 또한 횡단보도 폭이 넓은 도로일수록 고령보행자가 횡단하는데 어려움을 느끼는 것으로 나타났다. 특히, 고령보행자 교통사고 중 19.4%가 횡단 중 발생하였으며, 치사율이 6.3%로 전체 치사율의 2배로 나타났다. 이를 개선하기 위해 고령보행자가 느린 보행속도로 인해 횡단시간이 부족할 경우 횡단보도 상에서 안전하게 대기할 수 있도록 중앙보행섬을 설치하도록 하였다. 중앙보행섬은 왕복 6차로 이상의 도로에서 설치하며, 6차로 미만의 도로라도 횡단사고가 빈번하거나 신호가 없는 횡단보도에서도 필요한 경우 설치를 검토할 수 있도록 하였다. 또한 고령보행자와 통행 중에 자연스럽게 서로를 인지할 수 있도록 중앙보행섬에 접한 횡단보도를 엇갈리게 배치하였다.

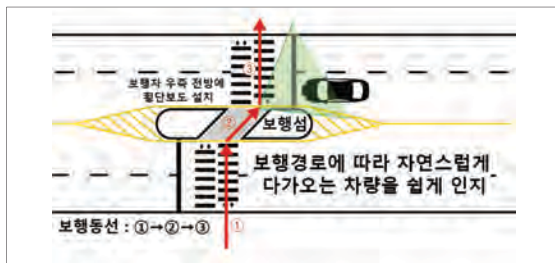
⑤ 고령보행자의 보행형태를 고려한 바닥형 보행신호등 설치

고령보행자는 구부정한 걸음걸이, 시력감퇴 등으로 주변을 살피며 보행하기 어렵다. 특히, 야간에는 주간보다

(마) 교차로에서 먼 쪽으로 횡단보도 설치(교차로)



(바) 보행자 우측 전방 횡단보도 설치(단일로)

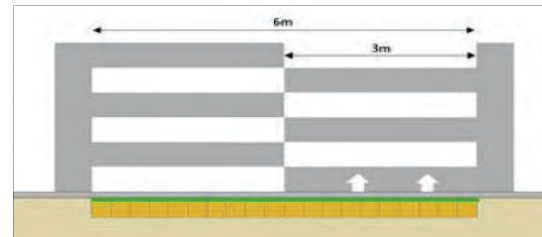


주) 가 : 교차로 진입부는 교차로에서 먼 쪽으로 횡단보도를 배치하여 시야 개선
나 : 중앙보행섬 통과 시 대향차량을 확인하도록 보행자 우측 전방에 횡단보도 배치

(사) 바닥형 보행신호등 설치 사례



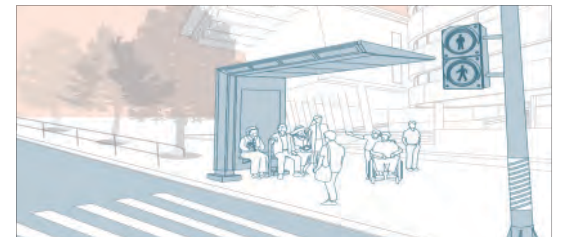
(자) 바닥형 보행신호등 형상



(아) 횡단보도 벤치



(차) 횡단보도 대기쉼터



시야확보가 더 어려워 교통사고 위험에 쉽게 노출된다. 이를 개선하기 위해 보행신호 인식 증가 효과가 있는 바닥형 보행신호등을 적극 설치하도록 하였다. 특히 노인보호구역 이외에도 고령자 안전을 위해 필요한 곳에 바닥형 보행신호등 설치를 확대하도록 하였다.

⑥ 고령보행자의 휴식공간 제공을 위한 보행 편의시설 설치

고령보행자의 보행시설에 대한 불편도 조사에서 응답자 중 45%가 횡단보도에서 대기할 때 쉴 공간이 없어 불편을 경험하였다고 답했다. 또한 근력감소, 체력감퇴 등 오래 걸을 수 없기 때문에 휴식공간에 대한 고려가 필요하다. 이를 개선하기 위해 고령보행자가 보행 중 또는 횡단보도 횡단 전 휴식할 수 있도록 벤치, 횡단보도 대기쉼터 등 보행 편의시설을 설치하도록 하였다.

3. 맺음말

이번에 전면 개정된 고령자를 위한 도로설계 가이드라인은 고령자 운전부담을 줄일 수 있도록 도로안전을 강화하였으며, 고령자 안전·편의를 고려한 도로시설물을 적극 활용할 수 있도록 하였다. 또한 가이드라인은 노인보호구역 등 도로관리청이 폭넓게 적용할 수 있도록 하였으며, 지역 특성, 현장 여건을 고려한 필요·금지조건도 함께 제시하여 다양한 현장에서도 활용할 수 있도록 개정하였다.

이 가이드라인을 계기로 고령자 특성을 고려하여 도로계획이 수립되고 각 도로상황에 맞는 고령자 보호 시설물이 개선 및 설치되기를 기대해본다. 나아가 고령운전자 및 보행자 모두에게 안전하고 쾌적한 이동환경을 제공하여 고령자 교통사고를 줄이는데 많은 도움이 되었으면 한다. 🇰🇷

그·날·의·도·로



1989년 11월 15일

그날, 올림픽대교가 개통되었다.

1989년 11월 15일, 88올림픽을 상징하는 올림픽대교가 개통되었다. 올림픽대교는 서울 송파구 풍납동과 성동구 구의동을 잇는 한강의 16번째 다리이다. 사계절과 동서남북을 표시하는 4개의 주탑, 24절기와 24회 올림픽을 상징하는 24쌍의 케이블, 88올림픽을 상징하는 88m의 주탑으로 구성되어 있다. 올림픽대교는 우리나라의 교량 역사에 많은 기록을 남길 만한 점이 있다. 첫 번째로 민족의 대역사인 한강중간개발이 성공적으로 완수되자마자 시작되었던 것과, 두 번째는 88 서울 올림픽 개최를 기념하기 위해 건설되어 그 이름을 올림픽대교로 명명하였던 것이다. 마지막으로 국내 최초의 콘크리트 사장교로서 현상공모에 의하여 교량형식이 선정된 점 등을 들 수 있다.

올림픽대교의 이모저모

① 올림픽 개최일보다 1년 넘게 늦게 개통된 이유?

올림픽대교의 개통일은 올림픽 개최일인 1988년 9월보다 1년 이상 늦은 1989년 11월 15일이었다. 당시 한국 기술력으로는 사장교 구조계산 프로그램을 작성할 수 없었기 때문에 설계당선 회사인 모 기술단은 프랑스 프레시네(FREYSSINET)와 기술제휴를 맺었었다. 설계와 구조계산 작업은 1986년까지 진행되었으며, 서울시는 88올림픽 이전에 준공해야 했기 때문에 1985년 11월에 사장교가 아닌 부분의 공사부터 서둘러 시작했었다. 하지만 올림픽경기 개막전 준공을 위해 무리한 공법으로 설계했다가 안전에 문제가 있다는 시공회사 측의 이의 제기로 설계를 변경하게 되었으며, 당초 계획인 1988년 6월보다 늦춰진 1년 반 뒤에나 준공되었다.



② 올림픽대교 주탑에는 엘리베이터가 있다

올림픽대교 주탑 중에 1개 밑에 네모난 뚜껑을 열면 가로 세로 모두 135cm, 높이 186cm 크기의 매우 작은 승강기가 있다. 공간이 협소해 보통 2명 정도 탈 수 있다. 주탑 기둥 속 엘리베이터는 점검을 위해 2003년 처음 만들어졌다. 점검반은 엘리베이터를 타고 주탑을 올라가 지상에서 88m 위에 있는 햇볼 모양의 조형물과 주탑 내·외부 점검, 케이블 등을 육안으로 점검한다.



③ 헬기 추락사고

2001년 5월 29일, 올림픽대교 주탑 상부에 올림픽 성화를 본뜬 높이 13m, 무게 10.8t의 불꽃 형상 조형물을 설치하기 위하여 헬기를 동원하였다가 상공의 돌풍을 이겨내지 못하고 추락하여 조종사와 승무원 등 3명이 순직한 사건이 발생하였다. 조형물 설치 현장에 관심을 가지고 녹화하던 민간인의 카메라에 사고 순간이 그대로 포착되었고, 이 녹화본이 지상파 메인 뉴스에 방영되었다.



(출처 및 참고자료: 서울특별시, 서울사진아카이브, 한국민족문화대백과사전, KTV)

고려시대의 길(3)

길의 역사 9편

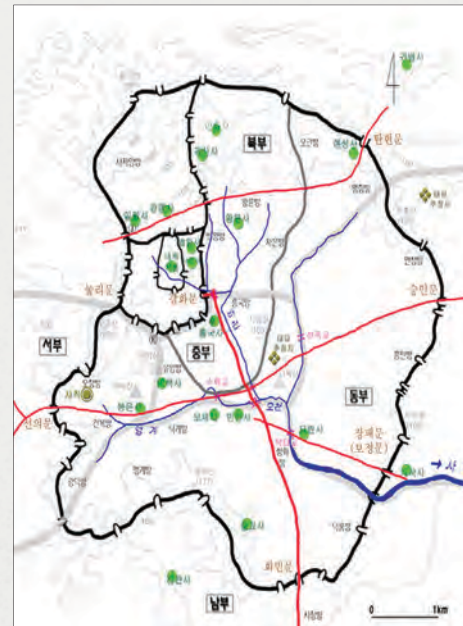


출처 : 개경의 대략적인 지도
(네이버 지식백과 한국사 사전)

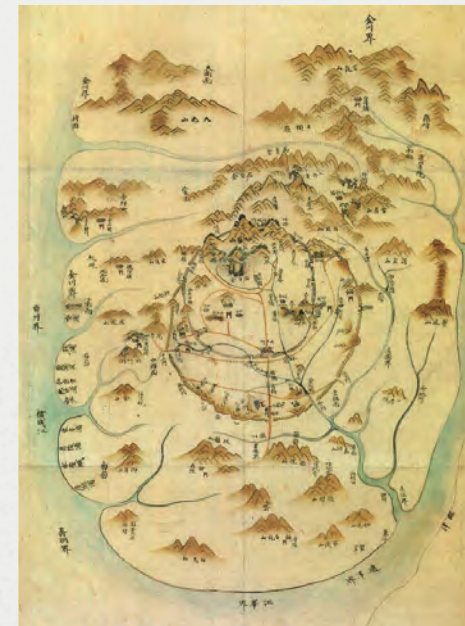
개경의 도성도로

고려는 후삼국 통일 이후 개경에 도성을 조성하였다. 도성 안의 공간은 산세의 영향을 받아 서북쪽에 궁궐과 관아가 배치되어 남산을 중심으로 동·서 경계가 구분되었으며, 오공산-남산-부흥산으로 이어지는 지형 때문에 선의문(宣義門)-십자가(十字街)-송인문(崇仁門)으로 관통하는 도로를 경계로 남북 구분선이 형성되었다. 그리하여 국초부터 개경 황성(皇城)의 조성과 함께 개경 주변에는 왕릉이 조성되었으며 많은 사찰을 건립하여 점차 나성(羅城)과 4교(四郊)로까지 확대되었다.

황성을 중심으로 광화문과 남대문을 연결하는 남대가에 이어 북쪽의 안화문(태화문), 성도문(북성문), 영창문(탐현문)을 연결하고 동쪽의 송인문과 동남쪽 장패문(보정문), 남쪽의 화빈문(고남문), 서쪽의 선의문(오정문), 영평문(눌리문), 통덕문(도찰문)을 연결하였다. 또 도성 안의 물길인 백천(白川)과 도성 밖의 사천(沙川)을 건너기 위해 많은 교량을 건설하여 도로교통의 편리를 증진하였다.



출처 : 고려 개경 복원도 (한국역사연구회 개경사연구반)



해동지도의 개경 일대

백천에 건설되었을 것으로 추정되는 병부교(兵部橋), 금위위남교(金吾衛南橋) 등은 궁궐과 연결되는 중요 교량이었으며 노군교(勞軍橋), 당상교(堂上橋), 피정교(皮井橋) 등도 도성 중앙의 도로교통에 지대한 역할을 하였다.

그리하여 도성 안에는 국왕의 행차에 필요한 전용도로인 어가(御街)가 조성되었다. 어가는 황성과 외성(外城)에 이르는 중심대로로 정전인 회경전(會慶殿)에서 시작하여 나성의 성문을 지나 지방으로 연결되었는데 아마도 군대의 사열, 격구 시범, 사신 행렬 등과 같은 대규모 인원을 수용할 수 있도록 조성되었을 것으로 추정된다. 도로 폭에 대해서는 『주례』의 기준이 도입되었는지 여부는 확인할 수 없으나 조선시대의 경복궁 대로가 9궤(軌)인 점을 고려하면 이에 상응한 노폭으로 조성되었을 것으로 보인다.

개경의 도성도로는 중국 등의 고대 도성에서와 같은 주작대로(朱雀大路)의 모습을 띠지 않고 지형과 수세에 따라 격자형이 아니라 불규칙한 형태였다. 도성 내의 관도(官道)와 사찰참배 도로가 서로 긴밀하게 연결되었다는 점이 주목된다. 

(다음 호에 계속) 조선시대의 길(1)

참고자료

- 한국민족문화대백과사전
- 한국학중앙연구원 홈페이지
- 네이버 지식백과 한국사 사전
- 한국역사연구회 개경사연구반

GS건설(주), 수도권 서북부 핵심노선을 구축하다

— 서울~문산고속도로 개통 —



서울~문산 고속도로가 11월 7일 개통했다. 서울~문산 고속도로는 익산에서 평택과 서울을 거쳐, 향후 개성과 평양까지 직접적으로 연결하는 국가간선도로망 남북2축의 최북측 구간에 해당된다. 남북관계 개선 및 평화통일을 위한 남북경제교류협력에 필수적인 교통시설로서 '통일시대 관문' 역할을 수행할 것으로 예상된다. 서울~문산 고속도로는 민자법인인 서울문산고속도로(주)가 사업을 추진하며 경기도 고양시 덕양구 강매동에서 파주시 문산을 내포리까지 2~6차로 총연장 35.2km의 공사를 완료하였다. 지난 11월 준공과 동시에 시설물은 모두 국가에 기부채납하고 이후 관리운영권을 부여 받아 30년 간 운영하게 됐으며, 통행료는 소형차 기준 전 구간 주행 시 2,900원으로 책정됐다.

수도권 서북부 균형발전 물고 트다

서울~문산 고속도로는 상대적으로 고속도로 인프라가 부족한 100만 도시 일산, 파주 및 3기 신도시 창릉지구가 포함된 수도권 서북부권역을 대상으로 하고 있어 서울 및 경기 남부지역과의 접



근성을 개선하였다. 특히 고속도로 인근 주민들이 고속도로를 편리하게 이용할 수 있도록 주요지점에 8개 나들목(남고양, 흥도, 사리현, 북고양(철문), 금촌, 월릉, 산단, 내포IC)과 3개 분기점(행주산성, 봉대산, 고양JCT)을 설치하였다. 현재 서울~문산 고속도로가 개통되어 파주~고양~서울~광명~수원~평택으로 이어지는 고속도로축이 완성되었으며, 수도권 제1순환고속도로와 연결되어 이동 여건 개선을 비롯해 수도권 생활권역 확대 등 지역경제 발전에 기여하고 있다.

GS건설(주)의 민자사업 경험과 노하우

서울~문산 고속도로 건설사업 주간사인 GS건설은 국내 다수의 민자도로사업을 수행한 경험과 노하우를 바탕으로 공기 연장 없이 당초 계획된 공사기간 내에 성공적으로 준공하였다. GS건설은 국내 초기 민자도로 사업에 해당하는 수도권 제1순환고속도로 북부구간(일산~퇴계원)과 천안~논산 고속도로의 주간사로 사업을 성공적으로 수행한 바 있다. 또한, 제2영동고속도로, 구리~포천고속도로, 상주~영천고속도로, 옥산~오창고속도로 등 중앙정부 민자고속도로 사업뿐만 아니라 서울시 강남순환고속도로, 서부간선지하도로, 제물포터널 및 부산시 내부순환(만덕~센텀)도로 등 다수의 지자체 도시고속화도로 민자사업에도 경험을 갖고 있었기 때문에 이번 사업도 성공적으로 완수하였다.

GS건설은 2003년 본 사업을 최초 제안한 이후 사업추진 과정에서 수도권 도심지를 관통하는 어려운 공사여건에도 불구하고 수도권 녹지축 훼손 최소화, 국사봉 터널화, 각종 지장물 이설, 철거 및 보상민원 등 수많은 난제들을 해결하였다. 특히, 전체노선 35.2km 구간 중 약 30% 구간인 13.2km 구간에 108개의 교량과 4개의 터널 구조물을 건설하여 주변 환경 영향을 최소화하였다.

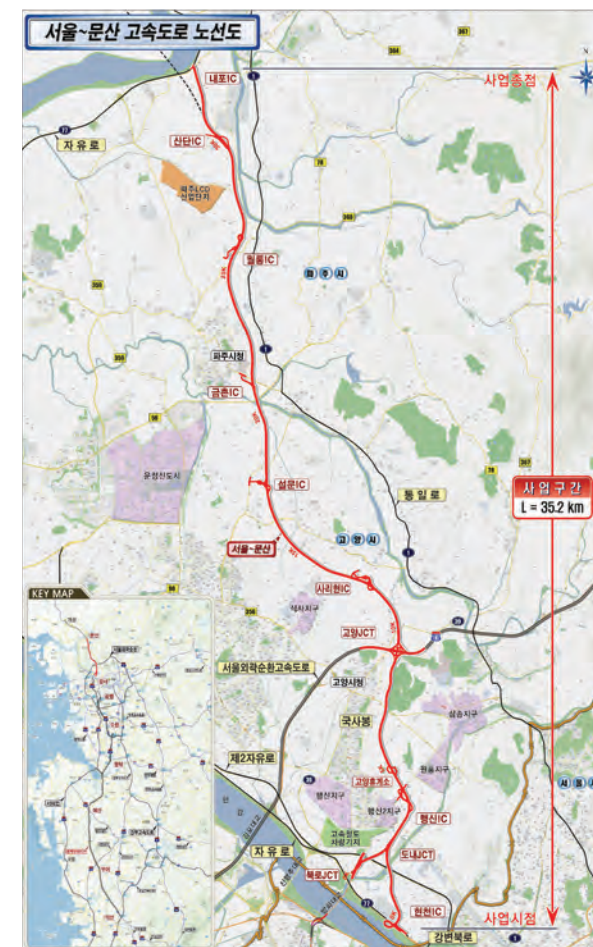


스마트 건설기술 적용

GS건설은 서울문산고속도로 건설 사업에 스마트 건설 기술을 적용했다. 기존 교량 접합부에 레이저 스캔 및 드론 촬영을 통한 3D 설계 기법, BIM(Building Information Modeling) 검토를 통해 정확한 설계로 재시공없이 정밀 시공을 진행했으며, 실시간 위치 추적 시스템(RTLS, Real Time Location System)으로 위험 구간의 작업자 위치를 모니터링해 안전 사고 위험 요소를 제거했다. 또한 모바일 기반의 콘크리트, 아스팔트 실시간 운반 시스템과 다짐장비 MC(Machine Control, 제어장치) 적용으로 품질 관리와 작업 효율 개선을 이루어내는 등 스마트 건설 기술 개발 및 적용을 통해 공기 연장 없이 완공하였다.

공감대를 형성하다

고속도로 건설은 지역 주민들과의 토지보상 협의, 건설로 인한 환경영향, 인근 주민 민원 등 해결해야 하는 숙제가 산적하다. 서울~문산 고속도로는 파주 구간부터 협의보상과 함께 공사에 들어갔다. 착공 전 노선에 대한 지역 주민과 환경단체 등의 이견과 반대로 착공이 늦어지면서 사업 초반 토지보상 문제로 보상처리가 된 일부 구간부터 띄엄띄엄 공사를 진행하는 어려움을 겪었다. 2018년에는 공사 현장에서 구석기 시대의 유물이 대량으로 출토되면서 한 때 공사가 중단되기도 했고, 여름과 겨울의 변화무쌍한 날씨 영향으로 인해 공사에 많은 어려움이 있었다. 무엇보다도 고양시를 지나가는 서울문산고속도로의 주 반대 내용은 녹지 훼손이었다. 특히 고속도로가 성라산 능선을 깎아 설치되고 휴게소 위치가 행신동·화정동 주민들이 쉼터인 성라산의 국사봉(해발 109m)으로 기존 설계된 것을 사업 관계자와 지역주민, 의회 등과 수차례 협상을 거쳐 성라산 능선을 절토하는 대신에 터널이 됐고, 휴게소의 위치도 성사동으로 이동시켰다.



미래 한반도정책 대비한 통일시대의 관문

서울~문산 고속도로는 익산~평택~수원~광명~서울~문산 260km의 국토 서부축 간선도로망 중 수도권 마지막 구간이기도 하다. 무엇보다 서울~문산 고속도로는 서울~개성~평양을 직접적으로 연결하는 고속도로의 핵심구간에 해당한다는 점이다. 한반도의 미래를 포괄적으로 구상하고 있는 현 정부의 정책 기조에 부응하는 고속도로로서 '통일시대 관문 역할'이라는 상징성과 차별성을 부여할 수 있다. 앞으로 북한 개성공단 재개, 북한 경제개방 등 남북경협이 활성화되어 더욱 활기 넘치는 고속도로가 될 수 있기를 기대해본다. 🇰🇷

새만금 시대를 여는 길 - 새만금 동서도로 개통 -



“내부 용지로의 접근로 역할”
“내부개발과 투자유치에 기여할 전망”

새만금 동서도로 건설공사가 지난 2015년 12월 착공하여 5년간의 공사 기간을 거쳐 드디어 개통하게 되었다. 새만금 동서도로는 내부 간선교통축으로, 새만금 내부개발을 위해 완성된 첫 기반시설이다. 동서도로가 완공됨으로써 내부용지 개발 촉진뿐만 아니라 투자유치 활성화에도 크게 기여할 것이다.

현재 공사가 진행되고 있는 남북도로도 2023년 완공되면 새만금 어디든 20분 내에 이동할 수 있게 된다. 또한 2024년에 새만금~전주 고속도로가 개통되고, 금년에 착공하는 스마트 수변도시와 신항만, 신공항과 같은 핵심 교통 및 물류기반시설 등 내부개발이 본격화되면 ‘새만금 시대’는 우리 앞으로 성큼 다가올 것이다.

새만금 동서도로 건설

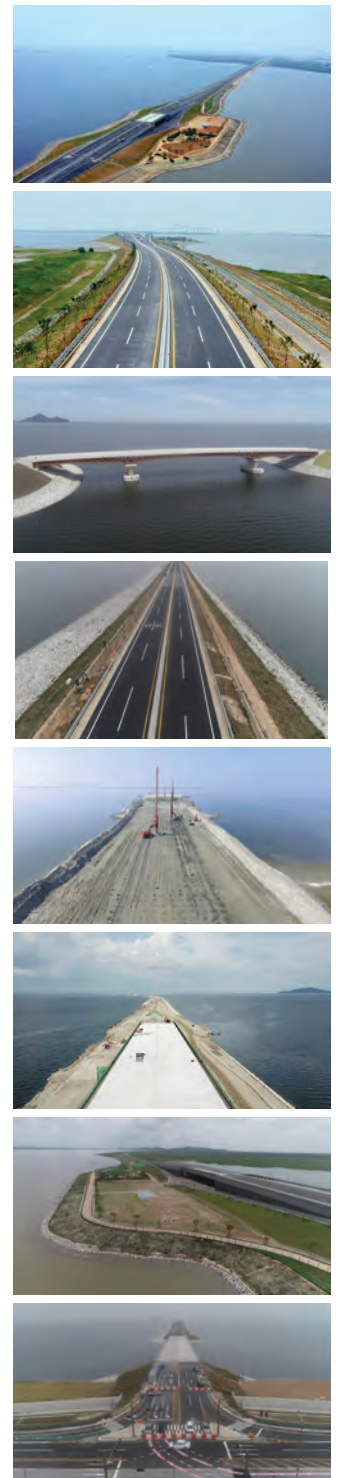
새만금 동서2축 왕복 4차선 도로공사는 2015년 6월 착공하여 2개의 공구로 나눠 시공했으며, 1공구는 GS건설 컨소시엄이 6.5km를, 2공구는 롯데건설 컨소시엄이 9.97km의 도로를 건설했다. 참고로 동서도로는 새만금 신항만에서 새만금-전주 고속도로 시작점까지 20.3km를

연결하는 구간으로, 이중 16.5km는 새만금개발청이 건설했고, 나머지 3.8km는 한국농어촌공사에서 만경 7공구 방수제사업으로 2016년 완공했다. 새만금개발청은 도로유지관리를 위해 익산지방국토관리청으로 준공시설물을 이관할 계획이며, 앞서 국토교통부는 동서도로를 국도 12호선으로 지정고시(11.13)한 바 있다.

새만금 핵심 도로

동서도로(2축)는 새만금 지역의 중심부를 동서로 연결하는 핵심 도로이다. 새만금 동서도로는 동서 간선축이자 새만금에서 포항까지 잇는 고속도로의 시발점으로, 완공되면 내부로의 물자와 인력공급이 원활해져 새만금 투자유치 환경이 개선될 것으로 전망하고 있다. 또한 향후 동해의 포항은 물론 내륙지역의 구미 등도 새만금 신항만을 통해 중국이라는 거대 시장과의 교류를 위한 서해의 관문이 될 것으로 기대하고 있다. 

목적	새만금 내부 간선도로망의 동서 중심축으로써 신항만과 고속도로를 연결하고 국제협력용지 등 새만금사업 지역의 접근성 제고
규모	연장 16.47km(1공구 6.5km, 2공구 9.97km), 4차로(B=20m)
구간	새만금방조제(새만금 신항만) ~ 새만금-전주 고속도로 (1공구 GS건설, 2공구 롯데건설)
총사업비	3,637억원(국비)
사업기간	2013년 ~ 2020년(공사기간 2015.11 ~ 2020.11)





남아프리카 40년 숙원사업 마침표를 찍다 — (주)대우건설, 보츠와나 카중굴라 대교 —

“보츠와나-잠비아를 연결하는 남아프리카 최대 프로젝트”

“내륙국가인 보츠와나, 잠비아의 교통 및 물류 인프라 획기적 개선”



“길이 923m 교량, 687m의 접속도로, 2,170m 단선철도 공사 무재해 준공”

카중굴라 교량공사는 보츠와나와 잠비아의 40년 숙원 사업이라 불렸을 정도로 역사적인 프로젝트이다. 아프리카 내륙국인 보츠와나와 잠비아는 잠베지강을 경계로 자원을 운반할 도로나 철도의 인프라가 없어 사람이나 물류를 배를 통해 운반해야만 했다. 이로 인해 수십 년 간 교량을 구축하는 것이 국가적 숙제였다. (주)대우건설은 지난 2014년 양국의 숙원 사업인 카중굴라 교량 공사 프로젝트를 따냈다. 현장에서는 빠른 공사 진행을 위해 양국 영토에서 교량을 시공하여 잠베지강 상부에서 연결하는 형태로 공사를 수행하였으며, 이렇다보니 보츠와나와 잠비아, 양국의 화폐와 세법, 노동법 및 국가의 기준과 규정을 준수하며 두 개의 국가의 현장을 동시에 운영해야만 했다. 지난 10월 (주)대우건설에서 1,000만 시간 무재해 교량공사 준공 소식을 알렸다.



(주)대우건설, 수주 성공의 배경

대우건설이 아프리카 보츠와나와 잠비아 접경에 위치한 잠베지강(Zambezi River)을 가로지르는 카중굴라 교량(Kazungula Bridge)을 준공했다. 카중굴라 대교는 일본의 타당성 조사에서 시작한 프로젝트였다. 이후 입찰 과정에서 우리나라와 중국 기업이 사업에 참여하겠다는 의사를 보였고, 프로젝트 시행국인 보츠와나와 잠비아에서 입찰 참여를 받아들였다. 대우건설은 그동안 아프리카에서 수행했던 실적을 근거로 입찰에 참여했고, 공사비 1억 6,200만 달러를 제시한 대우건설이 지난 2014년 수주하였다. 대우건설이 일본과 중국을 기술과 가격 경쟁력으로 이겼다는 것이 가장 큰 수확이었다. 대우건설이 카중굴라 교량건설 프로젝트 수주에 성공한 배경에는 보츠와나에서 수행한 5건의 도로공사 경험이 큰 도움이 됐다. 특히, 1986년 보츠와나 세로웨(Serowe)와 오라파(Orapa)를 잇는 총 연장 216km의 2차선 도로공사를 성공적으로 준공하여 가장 품질이 우수한 도로라고 평가 받은 이후 4건의 도로공사를 수주하여 성공적으로 진행한 경험이 있었다.

남아프리카에 탄생한 엑스트라도즈교¹⁾



카중굴라 교량공사는 대우건설이 최초로 해외에서 수주한 엑스트라도즈 교량(Extradosed Bridge) 공사였으며, 길이 923m, 폭 18.5m의 엑스트라도즈 교량과 687m의 접속도로, 2,170m 단선철도를 포함하는 남아프리카 최대 프로젝트였다. 카중굴라 교량은 도로와 철도가 함께 지나는 교량으로 복합 진동이 가해지는 특성 때문에 교량 자체의 안전성이 무엇보다 중요했다. 따라서 교량의 교각 간격을 늘릴 수 있으면서 진동제어에 유리한 엑스트라도즈교 형식이 카중굴라 교량 프로젝트에 적용되었다.

또한 카중굴라 교량은 주변에 인접한 짐바브웨, 나미비아의 국경을 침범하지 않기 위해 커다란 곡선 형태로 이뤄져 있으며, 열차와 차량의 주행 안전도를 높이기 위해 교량이 북측을 향해 기울어져 있다는 것이다. 이에 대한 안정성 확보와 시공 이후의 자연 침하현상을 고려해 현장에서는 ‘폼 트래블러(Form Traveller)’ 공법을 적용했다. 이는 현장 타설을 통해 교량 상판이 조금씩 늘어나는 방식으로 교각 시공에 있어 오차범위 5cm 이내의 정밀함을 유지할 수 있는 공법이다. 6개의 주탑이 연속으로 설치되어 있는 카중굴라 교량은 뛰어난 외관을 지니고 있어 남부 아프리카 천혜의 자연경관과 조화를 이루어 지역 내 랜드마크가 되고 있다.

공사다망, 그리고 우여곡절



1) 엑스트라도즈교란 거더(기둥 사이의 상판)를 보강하는 케이블이 사장교의 케이블처럼 주탑에 정착된 교량이다. 엑스트라도즈교의 외관은 사장교와 유사해 보이나 사장교에 비해서 주탑의 높이가 낮아 케이블이 교량의 상판을 들어 올리는 기여도가 상대적으로 낮다. 따라서 사장교보다 케이블이 하중을 덜 지탱해주기 때문에 상판을 더 튼튼하게 설계해야 한다. 이러한 상판의 특성으로 인해 진동이 유발될 수 있는 철도교에서 사장교보다 엑스트라도즈교가 구조적으로 더 유리하다.

카중굴라 대교 공사를 시작한 이후 지금까지 거의 7년이라는 시간은 한 편의 드라마였다. 아프리카의 건설 인프라 환경이 전혀 갖춰지지 않은 데다 발주처가 두 국가였던 탓에 인력 채용, 원자재 조달 등 어느 하나 쉽지 않은 공사였다.

많은 우여곡절 중에 하나는 통관이었다. 잠비아와 보츠와나 양측 근로자가 공사 현장을 지나다니다 보면 수시로 국경을 넘게 되고 그때마다 통관 절차를 거쳐야 했다. 결국 양국 정부는 이런 비효율을 없애기 위해 간편 통관 사무소를 설치했다. 자재 조달도 쉽지 않았다. 공사 초기 콘크리트 타설에 쓸 레미콘을 현지 업체에 맡겼는데, 강도가 기준에 못 미쳤다. 다른 협력사를 찾았지만 모두 함량 미달이었다. 결국 대우건설이 직접 1,500km 떨어진 나미비아에서 시멘트를 조달해와 레미콘으로 배합해서 썼다. 전력 공급 또한 불안정했다. 수력발전 의존도가 높은 잠비아에 전력 문제가 많이 발생하였다. 가뭄이 심할 때는 15시간 정전된 적도 있었다. 잠비아가 정전되면 보츠와나 전기를 끌어다 썼는데 그때마다 관세를 내야 하는 상황이 벌어졌었다. 가장 큰 문제는 공사 대금 체불이었다. 잠비아 정부가 공사비의 약 10%인 173억 원을 체납하면서 지난 2019년 3월에 공사가 전면 중단되기도 하였다.

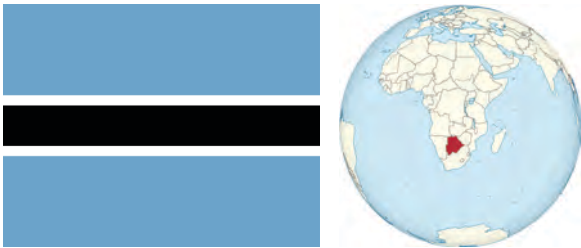
아프리카 부흥을 위한 초석



보츠와나 카중굴라 대교는 보츠와나와 잠비아의 두 나라가 정부자금을 출자해 발주한 사업이었다. 보츠와나와 잠비아는 다른 아프리카 국가와는 달리 바다가 없는 내륙국이기 때문에 풍부한 자원을 해외에 수출하기 위한 도로, 철도와 같은 인프라 구축이 국가적인 과제였다. 특히, 남아프리카의 40년 숙원사업이라고 불릴 정도로 역사적인 의미가 있는 이번 사업은 양국뿐만 아니라 짐바브웨와 나미비아의 물류 속도 개선과 경제 발전으로 연결되는 선순환의 상징이기도 했다. 현재 카중굴라 교량은 남아프리카 잠베지강 일대의 교통 및 물류 인프라 이동의 혁신이 되고 있다.

자료와 사진을 제공해 준 (주)대우건설에 깊이 감사드립니다.

기회의 땅 보츠와나



수도	가보로네(Gaborone)	GDP	112억 불('18, World Bank)
인구	225만 명('18.7 잠정, CIA)	1인당 GDP	7,714불('18, 보츠와나 통계청)
면적	58,2만km²(한반도의 2.7배)	경제성장률	4.5%('18, 보츠와나 통계청)
민족구성	Tswana족(79%), Kalanga족(11%)	무역규모	112억 불('17, World Bank)
종교	기독교(71%), 토착신앙(6%)	수출/수입	60억 불(다이아몬드, 구리) 52억 불(식료품, 기계)
언어	영어(공용어), 세츠와나어(통용어)	화폐단위	Pula(US 1\$=10.3P)
독립일	1966.9.30. (영국으로부터 독립)	교역량	1,749만 불('18, 무역협회)
수교일자	1968.4.18	수출/수입	1,102만 불(인조섬유, 승용차 등) 647만 불(공업용 다이아몬드)

국토 전체가 해발 1,000m 가량의 고지대이나 평탄하다. 서부 지역 대부분은 칼라하리 사막이 뒤덮고 있어서 인구는 남아공과의 접경지대인 남동부에 집중되어있다. 국토의 가운데에 마카디카디(Makgadikgadi) 분지가 있고 북쪽의 오카방고 강 삼각주에는 사막 한가운데 습지가 형성되어있다. 이 삼각주는 세계에서 가장 큰 내륙 삼각주로 카방고 강 습지대는 관광 스팟으로도 인기가 많다.

1966년 독립 이후 민주주의와 시장경제를 정착시키려는 범국가적인 노력을 기울여온 보츠와나는 아프리카에서 투자매력이 높은 나라로 꼽히고 있다. 해외 유가하락에도 불구하고 보츠와나의 지속 가능한 성장에 대한 기대는 쉽게 가시지 않고 있다. 보츠와나는 아프리카대륙에 위치해 남아프리카공화국, 짐바브웨, 나미비아, 잠비아의 국경과 접하고 있다. 인접한 다른 아프리카 국가들이 인종차별이나 종족 갈등으로 몸살을 앓는 동안, 보츠와나는 정치적 혼란 없이 아프리카 대륙 내에서 가장 높은 경제성장을 기록해왔다. 하지만 국토의 80%가 넘는 사막의 비중, 주력산업인 다이아몬드 매장량의 감소는 여전히 불안요소로 잠재하고 있다. 또한 주택과 상업 시설이 부족하고 도로·철도 등의 사회기반 인프라도 대대적인 정비와 필요하다는 지적이다. 이에 보츠와나는 정부 주도의 마스터플랜인 ‘보츠와나 국가개발계획’에 따라 지속가능 경제성장, 투명한 정부 등을 골자로 하는 10개 주요 분야에 대한 개혁을 추진하고 있다.

천혜의 자연을 품은 잠비아



수도	루사카(Lusaka)	GDP	267억 불('18, World Bank)
인구	1,644만 명('18.7잠정, CIA)	1인당 GDP	1,539불('18, World Bank)
면적	752,614km² (한반도의 약 3.4배)	경제성장률	3.8% ('18, World Bank)
민족구성	반투족(95%)	무역규모	151억 불('18, EU)
종교	기독교(75%), 이슬람교, 토착신앙	수출/수입	84억 불(구리, 코발트, 납, 아연) 67억 불(기계류, 옥수수, 원유)
언어	영어(공용어)	화폐단위	Zambian Kwacha(US \$1=12.73ZMK)
독립일	1964.10.24(영국으로부터 독립)	교역량	7,063만 불('19, 무역협회)
수교일자	1990.09.04	수출/수입	1,607만 불(알루미늄선, 시약) 5,454만 불(전국, 코발트, 커피)

잠비아는 남아프리카의 중심부에서 많은 국가와 국경을 접하고 있어 공유하고 있는 문명이 다양하다. 세계에서 가장 긴 폭포인 빅토리아 폭포를 품고 있는 잠비아는 시원하게 쏟아지는 물줄기 이외에도 남동부의 리빙스턴 시내가 펼쳐지고, 남부로 향하면 사자와 치타를 직접 만날 수 있는 사파리가 기다리고 있다. 잠비아강은 아프리카에서 네 번째로 긴 강이지만, 바다로 흘러 들어가는 유량으로만 따지면 아프리카에서 가장 크다. 잠비아는 세계적인 구리 생산국이다. 현재는 어느 정도 활발히 경제성장이 진행되어서 사정이 조금 나아졌지만 심각한 빈부 격차와 정치가들의 부정부패가 국가 발전의 걸림돌로 작용하고 있다. 2000년대 들어 아프리카에 대량 투자를 하고 있는 중국에 의해 막대한 경제 원조를 받고 그 대가로 자국의 구리 광산개발을 거의 통째로 맡겨 많은 부작용을 낳고 있다. 최근에는 대외 채무를 갚지 못하여 국가부도 사태에 이르렀으며, 농업 및 구리광산업에 대한 경제의 과도한 의존성을 극복하기 위해 산업구조 다변화 정책을 추진하고 있다. 🇿🇼

NEW BOOKS & PRODUCTS

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



자주 적발되는 건설산업기본법 위반 법령집 발간

세종시가 건설산업기본법 위반으로 행정처분을 받는 업체가 지속적으로 발생함에 따라 '자주 적발되는 건설산업기본법 위반 법령집'을 발간해 관내 건설업체에 배부했다. 법령집은 최근 건설법 개정 내용, 개요, 건설업 등록 및 등록기준, 자주 적발되는 위반 법령 30가지, 행정처분 종류 및 처분기준 등으로 구성됐다. 법령집은 시청 홈페이지 → 세종소식 → 공지사항에 PDF 파일 형태로 게시돼 있으며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

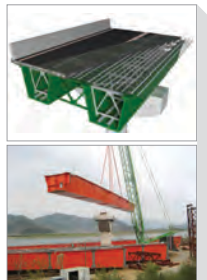
(출처 : 세종특별자치시)



2020 도로업무편람

국토교통부가 2020 도로업무편람을 발간했다. 매년 발간되는 도로업무편람에는 도로 법령, 도로현황, 도로관련 통계자료, 도로예산 현황, 도로부문 국제협력, 도로분야 해외진출 현황, 도로부문 R&D 추진현황, 도로정책, 도로건설, 도로투자, 도로관리 부문별 업무 현황 등이 담겨있다. 도로업무편람은 국토교통부 홈페이지 → 정책자료 → 정책정보에 PDF 파일 형태로 게시돼 있으며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)



건설신기술 895호 (2020. 8. 12 지정)

합성전 프리스트레스를 도입한 내부지점부 슬래브와 상부개방형 강거더를 합성하는 강합성 거더공법(ICD공법)

이 신기술은 공장에서 제작한 상부 개방형 강재거더와 거더 상부 플랜지 상면에 비합성 접착 시트를 부착한 이후 그 위에 전단포켓을 구비한 부모멘트부 상부 슬래브를 별도로 타설하고 비합성 상태에서 프리스트레스를 도입한 내부 지점부 PSC슬래브의 전단포켓에 무수축 모르타르를 타설하여 강거더와 일체화한 강합성 거더의 제작 및 가설 공법임

개발자 : (주)연우지앤비 (대표 : 조태준)



건설신기술 898호 (2020. 9. 3 지정)

도로터널 유지관리를 위한 고해상도 촬영장비 및 인공지능 알고리즘 기반 라이닝 표면의 균열 검출 기술

이 신기술은 도로터널 라이닝의 표면을 촬영하는 4K급 이상 고해상도 카메라(5개 이상)로 구성된 영상장비를 20~40km/hr의 일정한 속도로 주행하면서 도로터널 표면 영상을 확보하고 영상데이터를 분산병렬 처리하는 인공지능 알고리즘 프로그램을 활용하여 도로터널 라이닝의 균열 정보를 검출하고 수치화하여 자동적으로 외관조사망도와 보고서를 작성하는 기술임

개발자 : (주)답인스펙션, 한양대학교, 에스큐엔지니어링(주)



건설신기술 899호 (2020. 9. 10 지정)

연속지점부 하부플랜지는 콘크리트로 합성하고 콘크리트 바닥판에는 PS강선 긴장과 유지관리용 프리캐스트 정착구를 설치한 개구단면 박스거더 공법

이 신기술은 교량의 일방구간을 U형의 개구단면으로 구성하고 연속지점부 상부플랜지는 인장응력 발생구간을 폐합하여 상부의 인장응력을 강재가 부담하고 연속지점부 하부플랜지는 고강도콘크리트를 합성하여 부모멘트의 저항단면을 증대하며, 연속지점부 콘크리트 바닥판에는 PS강선으로 긴장하여 부모멘트에 의한 바닥판의 인장응력 및 균열을 저감할 수 있는 압축응력을 도입하고 별도의 바닥판 유지관리용 프리캐스트 정착구를 설치한 개구단면 박스거더 공법임

개발자 : 우경건설(주), 에스오씨기술지주(주), (주)천일, (주)건일



건설신기술 902호 (2020. 9. 28 지정)

제3종 교량시설물의 정기안전점검을 위해 휴대용 전자장비를 활용한 상태평가 업무 지원기술

이 신기술은 제3종 교량시설물의 정기안전점검을 위해 교량의 정보를 서버에 저장하고 현장에서 휴대용 전자장비(Portable Electronic Device for safety & maintenance)의 Wi-Fi 및 QRcode로 시설물의 정보를 다운로드 받아 전자망도에 결함·손상 정보를 입력하면 외관조사망도가 작성되고, 알고리즘이 양호·주의·불량 상태로 구분하여 최정값 분석 및 종합상태점수가 산정되어 교량 시설물 안전등급이 평가되며, 결함·손상 통계분석 및 보고서 작성을 통해 교량시설물의 상태평가 업무를 지원하는 기술임

개발자 : (주)다음기술단, 우리기술(주)



건설신기술 904호 (2020. 10. 7 지정)

분리 가능한 브라켓을 적용하는 콘크리트 및 강교량 바닥판 캔틸레버 시공방법(BBCM 공법)

이 신기술은 고소작업을 최소화하고 작업자의 안전성 확보 및 시공기간을 단축하기 위하여 교량 바닥판 캔틸레버 시공 시 콘크리트거더에는 사전에 매립된 기초볼트, 강거더에는 상부플랜지 두께변화에 간섭 없이 L형 리브데크(Rib-Deck)의 3번지지가 가능하도록 강거더에 부착된 거셋플레이트를 이용하여 브라켓을 설치하고 캔틸레버의 시공이 완료된 이후에는 분리 가능한 브라켓을 적용한 콘크리트 교량 및 강교량 바닥판 캔틸레버 시공방법임

개발자 : (주)신원RPC, 롯데건설(주), (주)한화건설, (주)삼안, (주)흥화

R&D ISSUE

도로와 관련된 신규 R&D 과제를 소개하는 콘텐츠입니다. 아래에 소개한 연구 및 용역은 입찰이 진행 중이거나 과업이 진행 중인 과제이며, 해당기관에 따라 과제 내용이 변경되거나 중단된 과제일 수 있습니다. 자세한 내용은 해당 기관에 문의하시기 바랍니다.

건설산업 주력분야 세분화 방안 마련

- 공고기관** 국토교통부 공정건설추진팀 (국토교통부 제2020-1520호)
- 과업 내용**
- 건설산업 구조혁신은 유럽을 벤치마킹하여 건설업 '단일 업종체계' 구성과 '세분화된 주력분야·실적관리'를 목표로 추진
 - 발주자가 건설업체의 전문 사공분야를 객관적인 실적자료를 통해 편리하게 확인하여 업체 선택권을 강화할 수 있도록 주력분야 제도 도입
 - 주력분야는 제도 도입 초기에는 현 업종체계와 동일하게 28개로 운영하지만, 2022년부터 추가 세분화해나갈 계획

사회가치 변화에 대응한 도로 투자평가체계 개선방안 연구

- 공고기관** 한국도로공사 (2020-01199)
- 과업 내용**
- 정부의 SOC 투자 방향은 SOC디지털화, 그린 뉴딜에 집중되고 있으나, 도로 투자는 '전통적 토건사업'이라는 부정적 이미지에 갇혀 있어 고속도로 건설사업의 사회적 인식을 전환할 필요
 - 고속도로 사업 투자여부는 직접편익 위주의 경제성 분석 중심의 기재부 예비타당조사에 따라 결정되나, 현 투자평가체계로는 지하도로, 노후도로 개량, 스마트 도로 등 새로운 개념의 도로사업 평가에 적합하지 않음
 - 정부는 2019. 4월 예비타당성 조사 제도를 개편하고 '정책성 평가'를 강화하였으며, 이 개편안에 따라 사업 시행자는 경제성 평가 이외의 사업효과를 제시해야 하므로 도로사업의 정책성평가 기준을 수립하고 다양한 효과지표 발굴 필요
 - 최근의 급격한 생활패턴 변화와 다양화된 사회적 가치를 고려하여 도로의 사회적 역할과 가치를 재정립하고 빅데이터를 활용한 도로사업 효과를 측정하는 기법의 개발의 요구

IoT기반 노후교량 구조안전성 계측시스템 구축 용역

- 공고기관** 한국도로공사 (2020-01229)
- 과업 내용**
- 본 용역은 SOC디지털화 추진 일환으로 노후교량에 IoT기술을 적용하여 교량의 구조적 안전성을 평가하여 교량의 성능유지 및 이용자 안전성을 제고하는데 목적이 있음
 - 구조안전성 평가에 필요한 최적 계측기 설치 및 모니터링 시스템 구축
 - 시범운영기간(2년) 구조안전성 모니터링 및 유지관리
 - 구조안전성 계측시스템 확산을 위한 계측기 표준화(안) 마련
 - 구조안전성 계측시스템 확산을 위한 시스템 명세서 도출

2020년 국토교통연구기획사업 시행 공고

- 공고기관** 국토교통과학기술진흥원 (재공고-제35호)
- 과업 내용**
- 국토교통과학기술 연구개발을 통하여 국토교통분야 미래신성장동력 창출 및 국민의 삶의 질을 향상시키기 위해 수립된 「2020년도 국토교통과학기술 연구개발사업 시행계획」에 따라 아래와 같이 과제를 제공코함
 - 국토교통연구기획사업 신규과제는 8~12개월의 연구기간동안 13개 과제를 진행함
 - 3D 프린팅 기반 사용자 맞춤형 건설 자동화 기술 개발 기획, 첨단·안전 건설기술 성능평가 및 실증 체계 구축 연구기획, 대도시권 광역교통 분야 R&D 기술로드맵 수립, 국토교통 데이터 산업 생태계(생산·유통·활용) 활성화를 위한 기반 플랫폼 구축 사업 기획 등 4차 산업혁명 관련 연구가 주를 이루고 있음

도로소식 브리핑

도로소식 브리핑은 연재하지 않습니다.

이메일 뉴스레터(KROAD NEWS) 서비스를 통해 확인하시기 바랍니다.

한국도로협회에서는 도로교통산업 뉴스를 이메일로 확인하실 수 있도록 온라인 뉴스레터 'KROAD NEWS'를 발행(2018. 10~)하여 매월 1~2회 배포하고 있습니다. 더욱 다양한 정보를 수집하여 협회지 지면이 아닌 이메일 서비스로 빠르게 제공하겠습니다. 많은 구독과 관심 부탁드립니다. 감사합니다.

■ 개 요

- 대 상** 회원(사), 도로관리기관 담당자, 협회 홈페이지 가입자 등
- 컨텐츠** 정부 및 공공기관, 언론, 회원사, 협회 소식 등 최신 소식 동향

· 각 기관별 정보는 제목만 명시하고 세부 정보 및 내용은 해당 기관 사이트 및 협회 홈페이지로 연결

구 분	
I. 정부 및 공공기관, 지자체 소식	국토부, 도로공사, 유관기관, 도로관리기관 등
II. 언론의 소리	건설경제, 엔지니어링데일리 등 도로관련 기사 (제목만 명시 후 해당사이트 링크)
III. 회원사 소식	회원사 소식 및 홍보
IV. 기타 소식	법령 제·개정 소식, 한국도로협회 소식 등

■ 뉴스레터 발송 주기

· (월 1~2회) 매월 둘째 주, 넷째 주 발송

■ 뉴스레터 보는 방법

- 한국도로협회 홈페이지(www.kroad.or.kr) → 홍보센터 → KROAD 발행물 → 협회 뉴스레터 → 구독신청
- 한국도로협회 홈페이지(www.kroad.or.kr) 각종소식 게시판에서도 확인 가능



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

세계 도로 해저터널 5위! 바닷속 한 가운데 해저터널은 어떻게 뚫었을까?

국내 최장 해저터널인 보령해저터널!
어떻게 만들어졌고 왜 만들었을까?
왜 교량이 아닌 해저터널공법으로 건설할까?

출처 : 국토교통부 공식 유튜브
주소 : <https://www.youtube.com/watch?v=Y8XtZLbU28o&feature=youtu.be>



바다 한 가운데 도로 생겼다? 20km 직접 달려봄!

경제, 생태, 자연관광, 신재생에너지 클러스터!
글로벌경제중심지로 비상할 이곳!
대한민국 동서횡단도로의 시작!
광활한 바다 위를 가로지르는 새만금동서도로!
무려 마카오의 14배를 넘는 드넓은 새만금 부지!
서쪽 끝부터 동쪽 끝까지 뻗어 있는 동서도로!

출처 : 국토교통부 공식 유튜브
주소 : <https://www.youtube.com/watch?v=leAlzePJ03I&feature=youtu.be>



휴대폰 QR코드 인식 후 영상이
보이지 않는다면?

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	도로교통협의회	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 신기술 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

해외진출 동반성장 파트너



충격흡수시설



시선유도봉



도로용 페인트



방음벽



도로표지병



볼라드



도로보수재



차량용 충격흡수시설

사업분야

충격흡수시설물, 도로표지병, 시선유도봉 등 도로안전시설물,
도로용 페인트, 도로보수재 등 해외 및 국내 정부 관급자재 납품

파트너 국가

인도네시아, 필리핀, 홍콩, 싱가포르, 이란, 아랍에미리트, 쿠웨이트, 독일, 호주 등



PEC 평화엔지니어링

평화엔지니어링은 도로, 구조, 철도, 환경, 플랜트, 수자원, 상하수도, 도시계획, 조경 등 인프라 전 분야를 기반으로 글로벌 엔지니어링 컨설팅 회사의 꿈을 실현하고 있습니다.

인프라 전 분야에 걸쳐 기획 및 타당성조사, 설계, 책임감리 및 건설사업관리, 안전진단 및 유지관리는 물론 PMC사업과 EPC사업까지 서비스를 제공합니다.

또한, 아시아, 중동, 아프리카, 유럽, 남미에 이르기까지 해외 여러 국가에 진출하여 글로벌 엔지니어링 문화 구축에 선도적인 역할을 수행하고 있습니다.

평화엔지니어링은 21세기 인간과 환경이 조화롭게 공존하는 풍요로운 미래공간을 창조하기 위하여 끊임없는 기술개발과 경영혁신을 이루어내 고객의 꿈과 비전이 이뤄질 수 있도록 정진하겠습니다.



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**



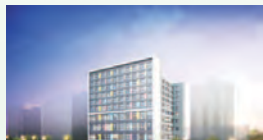
Architecture

철도완성차 연구시설



Housing

화성 동탄2지구 리슈빌아파트



Development Project

가운리슈빌 오피스텔



Civil Engineering

고속도로 안성용인 5공구



Total Management

상주영천 고속도로



Service Area

청도(상·하)휴게소

언제나 더 큰 두근 공당공당

새집으로 이사를 앞둔
기분좋은 설렘,
그 안을 차곡차곡 채울
행복한 이야기...
당신을 생각하며 짓습니다

