

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

2023 | **170**
www.kroad.or.kr

- 인 터 뷰** 광주광역시 이돈국 군공항교통국장
(주)이너콘 윤유현 대표이사
- 기획특집** 도로교통과 디지털트윈
SOC 디지털트윈 국내외 동향
자율주행시대에 대비한 디지털 도로의 추진현황 및 방향성
- 정책과기술** 도로안전 제고를 위한 첨단안전장치 활용방안
지하고속도로 위성측위 음영구간 해소방안
- 도로지식** 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기 2편(NATM편)
- 도로에세이** 젊은 이 다리, 우리 열을 보듬다 - 방화대교(榜花大橋)
- 도로와인문학** 문화예술 속 교량의 미학 - 재편 외나무다리
- 도로문화** 지속가능한 길 - 노르웨이 국립관광도로와 핀란드 그린 하이웨이
- 도로인사이드** 새만금 내부 연결하는 대동맥, 십자형 도로 완성
- 트렌드포커스** AI 전쟁 - 미래 생존을 두고 한판
- 법률인사이드** 건설분쟁 유형 및 사례분석



광주광역시
이돈국 군공항교통국장



(주)이너콘
윤유현 대표이사

ROTREX 2023

2023도로교통박람회

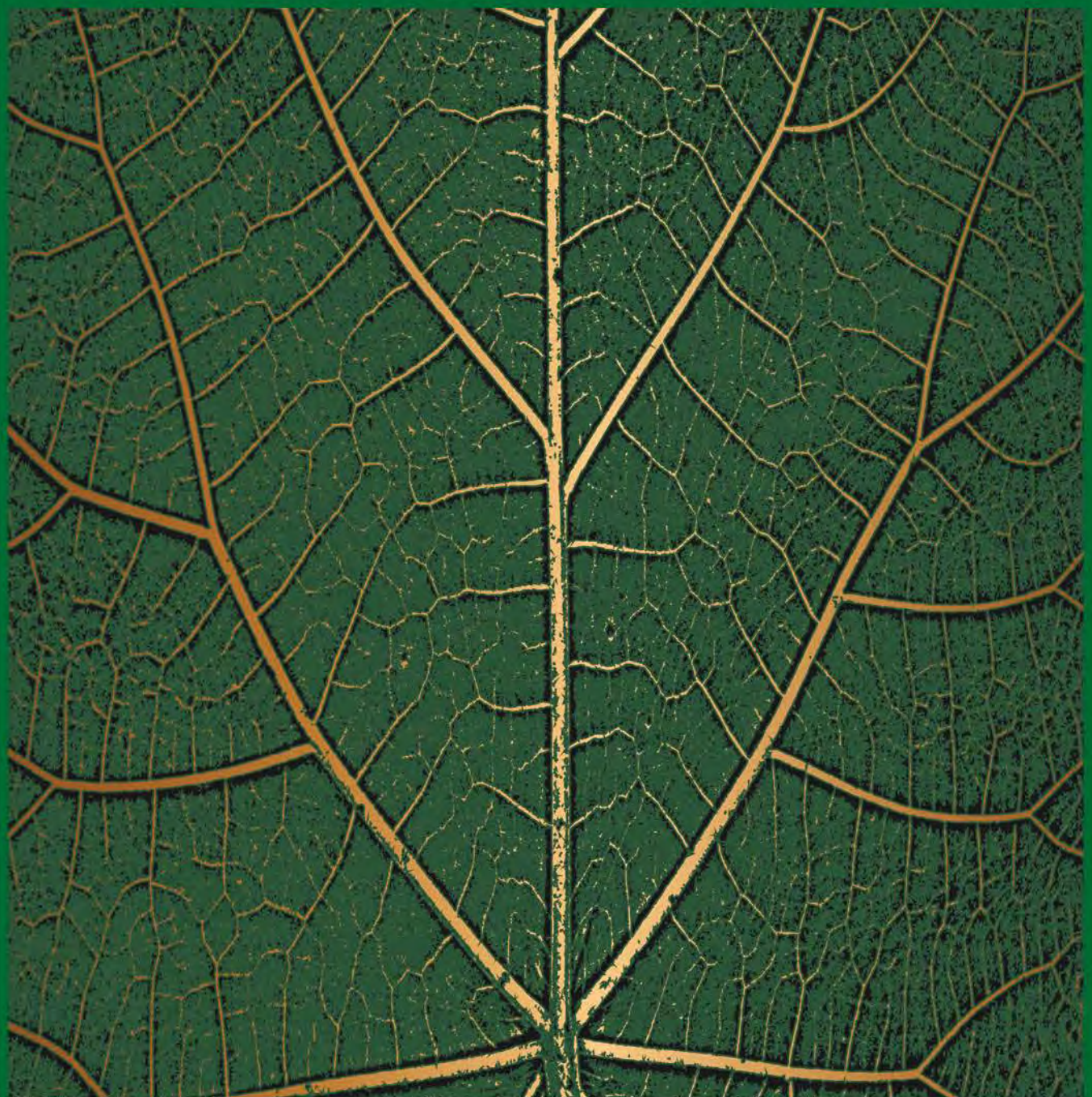
INTERNATIONAL ROAD & TRAFFIC EXPO

2023. 11. 22(수) ~ 11. 24(금) KINTEX

이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다



한국도로협회



VIRIDISCON 입맥처럼 자연을 포장하다

VIRIDISCON



PAVE THE ROAD LIKE LEAF VEIN
 “비리디스콘은 윤성 고유의 아스팔트 포장 브랜드입니다”

www.road-trafficshow.com

ROTREX 2023

2023도로교통박람회

INTERNATIONAL ROAD & TRAFFIC EXPO

2023. 11. 22(수) ~ 11. 24(금) KINTEX

참가업체 모집중

동시개최

2023 경기도
교통안전 박람회



주최 · 주관 한국도로협회 KINTEX

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



협회장 취임사

한국도로공사 사장 함진규 06

인터뷰

- 1. 광주광역시 이돈국 군공항교통국장 08
- 2. ㈜이너콘 윤유현 대표이사 16



특집

- 1. 도로교통과 디지털트윈(Digital Twin) 24
- 2. SOC 디지털트윈(Digital Twin) 국내외 동향 30
- 3. 자율주행시대에 대비한 디지털 도로의 추진현황 및 방향성 36

정책과 기술

- 1. 도로안전 제고를 위한 첨단안전장치 활용방안_전세버스를 중심으로 44
- 2. 지하고속도로 위성측위 음영구간 해소방안 52

업무 속 도로지식

숫자와 그림으로 보는 터널 이야기 제2강_NATM 터널 56

그날의 도로

그날, 원호대교가 개통되었다 66

도로에세이

- 1. 젊은 이 다리, 우리 일을 보듬다_방화대교(榜花大橋) 68
- 2. 조선시대의 길(9)_길의 역사 18편 74

도로와 인문학

문화예술 속 교량의 미학 76

도로문화

지속가능한 길 4편_도로와 인간과 문화 84

도로 인사이드

- 1. 새만금 내부 연결하는 대동맥, 십자형 도로 완성 90
- 2. 자전거 도로 정보 5편_금강자전거길 94

트렌드 포커스

AI 전쟁, 마이크로소프트와 구글, 네이버 미래 생존을 두고 한판 96

알들정보

- 1. 등하곶길 어린이를 지켜주는 발명품 뭐가 있지? 102
- 2. 2023년 달라지는 교통 관련 제도 4가지 104

법률 인사이드

건설분쟁 유형 및 사례분석 106

New Books & Tech

2023 도로교통박람회 개최 알림 113

도로미디어

114



표지사진 : 새만금 만경대교
(제공_디엠이앤씨㈜)

| 통권 제170호 |

계 간 도로교통

발행일 2023년 3월 30일

발행인 함진규

발행처 한국도로협회

주 소 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층

편 집 노한성, 이병춘

위 원 노성규, 황훈희, 이정윤, 유동민, 여인수, 최지선, 윤재용, 박진우, 한계령, 배재현, 송이오, 김보성, 홍보나, 이호정, 류수지, 신지호, 이종민, 곽민주, 강신숙, 이겨레, 윤유정

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 한국도로협회 홈페이지(www.kroad.or.kr)와 이메일 뉴스레터를 통해서도 보실 수 있습니다.

※ 원고의 내용은 한국도로협회의 편집방향과 일치하지 않을 수 있습니다.

한국도로협회 회장 함진규



- 2012. 5. 제19대 국회의원
- 2012. 7. 제19대 국회
국토교통위원회 위원
- 2014. 1. 새누리당 대변인
- 2015. 7. 새누리당 원내부대표
- 2016. 5. 제20대 국회의원
- 2016. 6. 제20대 국회
국토교통위원회 위원
- 2017. 2. 자유한국당 홍보본부장
- 2017. 12. 자유한국당 정책위원회
의장
- 현재 한국도로공사 사장

협회장 취임사

66

열린 마음으로
대화하고
리더십을 발휘하여
한국도로협회와
회원사가 함께
성장할 수 있도록
노력할 것입니다.

99

한국도로협회 회원사 및 관계자 여러분, 반갑습니다.

2023년 임시총회에서 제26대 회장으로 선임된 한국도로공사 사장 함진규입니다.

저를 한국도로협회 회장으로 맞아주신 회원사 여러분에게 깊이 감사드리며,
동시에 대내외적으로 어려운 시기에
협회장이라는 중책을 맡게 되어 무거운 책임감을 느낍니다.

현재 우리나라는 고환율, 고물가, 고금리 등으로 인한 경기 침체로
도로산업을 둘러싼 경제 상황이 밝지만은 않은 것이 사실입니다.
인고의 시간을 함께 해주시는 회원사 여러분의 기대에 부응하고자
최선을 다할 것을 다짐합니다.

저는 이번 취임을 계기로 도로산업 위기를 극복하고 재도약을 위해
회원사들과 협력을 강화하여 다양한 사업을 추진할 것입니다.
특히, 차세대 도로산업을 위한 연구개발과 기술지원, 인재양성에 힘써
지속발전 가능한 도로산업 생태계를 조성하겠습니다.

또한, 정책기관과 회원사와의 협력을 강화하고 소통을 더욱 중요시하여
업계 의견 전달을 게을리 하지 않겠습니다.

이를 위해 저부터 열린 마음으로 대화하고 리더십을 발휘하여
한국도로협회와 회원사가 함께 성장할 수 있도록 노력할 것입니다.

존경하는 회원사 여러분!

우리 모두가 도로산업을 대표한다는 자부심을 가져주시고
업계의 재도약을 위해 협회와 함께 해주십시오.

저 또한 협회장으로서 더 나은 도로산업을 만들어 나갈 것을 약속드리며,
회원사로부터 신뢰받는 협회가 될 수 있도록 분발하겠습니다.

감사합니다.

2023년 3월

한국도로협회 회장
한국도로공사 사장
함진규 拜上

광주광역시 이돈국 군공항교통국장을 만나다



제170호 인터뷰에서는 광주광역시 이돈국 군공항교통국장을 만났다. 이돈국 국장은 광주광역시에서 수영대회지원단장, 총무과장, 광산구 부구청장 등 30년 이상 다양한 경험을 쌓은 행정 전문가이다. 2023년 1월에는 군공항교통국장으로 부임하며 도시교통정책, 도로건설, 미래교통정책, 군공항 이전사업 등 광주광역시 관내 주요 교통사업을 총괄하고 있다. 이돈국 국장은 높은 행정 전문성과 업무추진력을 바탕으로 지금의 경기침체 위기 상황을 잘 극복할 수 있는 책임자라는 것이 중론이다. 이번 인터뷰는 이돈국 군공항교통국장에게 도로건설 현황, 미래교통 등 주요 현안과 전망에 관한 이야기를 들어보았다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

Q 이돈국 국장님, 안녕하세요. 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A 안녕하세요. 광주광역시 군공항교통국장 이돈국입니다. 협회에서 관심 갖고 먼 곳까지 방문 해주셔서 감사합니다.

Q 국장님께서 30년 이상을 광주광역시와 함께 하고 있습니다. 그동안 광주 지역사회 공직에서 일하신 소고 한 말씀 하신다면요?

A 30년 동안 광주광역시라는 지역사회 공직에서 일하면서 많은 분들의 응원과 도움을 받아 많은 일들을 할 수 있었고 국장의 직분을 맡을 수 있었습니다. 이 지면을 빌어 시민 분과 강기정 시장님께 큰 감사를 드립니다. 우리 광주는 서울, 부산, 대구, 인천에 이어 국내 다섯 번째 대도시이며, 호남지방 최대의 도시입니다. 산지지역과 평야지대의 접촉지에 자리해 군사, 행정, 교역상 좋은 입지 조건을 갖추고 있습니다. 하지만 최근 광주광역시도 2014년을 기점으로 인구감소에 직면하고 있습니다. 광주권역 총인구가 타 권역 대비 인구감소는 상대적으로 적습지만, 군공항교통국에서는 SOC사업의 경제성과 타당성을 확보하는 데 중점을 두어 광주 지역발전과 현안 사항 해결을 위해 최선을 다할 것입니다.

Q 광주에 대한 애정이 깊으시다는 것을 느낍니다. 군공항교통국장으로 부임하신 지 3개

월이 지났는데, 타 부서와 다른 점이 있다면 무엇입니까?

A 가장 다른 부분은 SOC 관련 숙원 사업들의 예산 확보 부분인 것 같습니다. 재정 여건상 정부와 국회의 도움이 없으면 SOC 사업 진행이 수월하지 않다는 것에 가장 큰 어려움을 느낍니다만, 지금까지 다져온 행정력과 다양한 업무 관계들을 활용해 사업이 원활하게 진행될 수 있도록 소임을 다할 것입니다. 특히 저는 광주 교통 여건에 맞는 새로운 산업 경쟁력이 필요하다고 보기 때문에, 그간 부족했던 분야를 파악하여 광주만의 특색을 담아 도로교통 체계 첨단화, 교통수단 간 연계체계 강화, 친환경 교통수단 확대, 교통 관련 통합교통서비스 제공 등의 업무를 추진하고 있습니다.

Q 최근까지 광주광역시의 교통 여건은 어떤가요?

A 대부분의 도시가 그렇듯이 광주광역시도 도시의 외면이 확장되어 시내버스의 운행거리와 배차간격이 늘어나고 승용차가 증가하여 시내 교통 혼잡이 발생하면서 대중교통의 경쟁력이 떨어지고 있습니다. 특히 광주 인근 도시 인구 중 80%가 광주 시내로 출퇴근하고 있는데, 광주와 인접도시 출퇴근 시 대중교통 이용이 불편하여 통행시간이 승용차 3배 수준입니다. 시내버스 통행시간 경쟁력 부족 등으로 대중교통의 분담률이 감소하고 있기 때문에 방사 순

환경 도로망 구축, 지능형교통체계 도입, 스마트교차로, 철도교통시설 확충 등 교통인프라 개선과 대중 교통체계 개편을 지속적으로 추진하고 있습니다.

Q 2023년도 군공항교통국의 주요 중점과제에 대해 설명 부탁드립니다.

A 광주 권역별로 도시교통, 광역교통, 미래교통 분야 등 컨셉으로 추진 사항을 말씀드리겠습니다. 우선 도시분야는 교통사고 잦은 곳 시설 개선, 보행환경 및 교통안전문화 조성, 교통혼잡도로 개선, 제2순환도로 나들목 개선, 도심 간선급행버스체계(BRT) 구축, 수요응답형버스(DRT) 도입, 지능형교통체계(ITS) 고도화, 친환경 저상버스 도입 확대, 어린이 보호구역 보행환경 개선, 고령자 맞춤형 인프라 확충 등의 사업을 중점적으로 추진 중입니다. 광역분야는 광주광역시를 가로지르는 고속도로와 국도의 개선과 확장을 위해 국토교통부와 한국도로공사와 지속적으로 협의 추진하며 호남고속도로 확장, 방사순환형 고속도로 조기 완공, 광주~강진간 고속도로 건설, 광주~영암간 초고속도로 건설, 제3순환도로 4·5구간 건설, 산단진입도로 건설 등이 추진되고 있습니다. 이밖에 미래분야는 탄소중립을 실현하기 위해 친환경차 보급 확대, 자전거 인프라 개선 및 이용문화 확산 등을 위해 노력하고 있습니다.

Q 올해 SOC 교통인프라 사업이 많이 추진되어 지역 숙원 사업을 해결하고 있다고 들었습니다. 어떤 사업들이 추진되고 있나요?

A 올해에는 상무지구~첨단산단간 도로 개설(32억 원), 북부순환도로 개설(31억 원), 동광주~광산IC 고속도로 확장(10억 원), 각화동~제2순환로 도로개설(5억 원), 호남고속도로~북부순환로 도로개설(10억 원), 광주~강진고속도로 건설(890억 원), 광주 운전면허시험장 신설(44.6억 원), 광주 중부경찰서 신설(30억 원) 등 50건 5,869억 원이 반영돼 정주여건 개선과 함께 지역발전을 견인할 것으로 예상합니다. 이밖에 광주시는 광주 송정역사를 선상역사로 증축해 서남권 철도 교통 거점으로 도약할 계기를 마련했으며, 혼잡도로 개선을 통해 시민들의 출퇴근 등 이동 편의 향상과 물류비 절감 등 산업 경쟁력을 향상하기 위해 노력하고 있습니다. 이번에 반영된 도로건설 사업에 대해 예산집행을 서두르고 있으며, 조기에 사업 성과를 거둘 수 있도록 노력하겠습니다.

Q 여전히 상대적으로 낙후된 서남권 지역에 고속도로 확충이 절실합니다. 광주광역시에 필요한 고속도로 사업이 있다면 몇 가지만 소개 부탁드립니다.

A 우리 광주광역시에서는 호남권 중심도시 기능을 강화하기 위해 김제~북광주 간 호남고속도로 지선 신설사업과 광주~함양~창녕~김해~



한국도로협회 유동민 실장이 광주광역시 이돈국 군공항교통국장과 인터뷰하고 있다.

부산간 광주~부산고속도로 연결사업을 측면 지원하고 있습니다. 우선 김제~북광주 고속도로는 60km 신설사업으로 현재 전주~김제~정읍을 거쳐 광주까지 C자형 노선으로 약 3시간 20분이 소요되는데, 김제부터 북광주까지 직선화하여 약 30분 이상 소요시간이 절감되는 효과를 가져 올 수 있습니다. 또한 창녕~김해간 고속도로는 41km 신설사업으로 현재 광주~순천~부산으로 이어지는 고속도로는 3시간 20분이 소요되는데, 광주~함양~창녕에서 김해까지 직선화한다면 광주에서 부산까지 약 40분 이상 소요시간이 단축될 것입니다. 이밖에 우주발사체 전진 기지인 나로우주센터의 접근성 향상과 남해안 관광 경제 활력을 위한 광주~고흥간 고속도로 건설사업은 사전기획조사 용역비 3억 원을 신규로 확보하였고, 나주·화순·장성·담양 등 인근 지역 간 연결을 위해 도심 방사형 고속도로망 구축을 추진하고 있습니다. 실제 고속도로 건설까지는 국가계획 반영과 타당성조사 등 행정절차가 남아있지만 앞으로 제3차 고속도로 건설계획(26~30)에 반영될 수 있도록 정부에 지속 건의하고 있습니다.

Q 대통령 공약사항인 광주~영암간 고속도로도 검토되고 있습니다. 특이한 컨셉의 고속도로라고 들었는데, 간략히 설명 부탁드립니다.

A 자율주행차·고성능슈퍼카 테스트베드 구축 및 실증사업의 일환으로 추진 중인 광주~영암간 초고속도로(47km) 건설사업도 전액 국비로 속도감 있게 추진하여 지역균형발전과 미래차 수요와 발전에 부응하도록 광주시에서도 적극 지원할 예정입니다. 광주~영암 초고속도로 건설은 속도 무제한인 독일의 아우토반을 모티브로 해 인공지능(AI) 기술의 미래 자동차 선도도시 광주를 미래 모빌리티 자율주행차 테스트베드의 경쟁력을 갖춘 도시로 성장시켜줄 미래형 사회기반시설이 될 것입니다. 대통령 임기 내 속도감 있게 추진될 수 있도록 중앙정부에 지속적으로 건의하고 적극 설득할 예정입니다.

Q 방사순환망 제3순환고속도로 중 일부 미개통구간이 제2차 고속도로 건설계획에 포함된 바 있습니다. 그동안 제3순환고속도로 간선도로망 구축을 위해 주력해왔는데, 그동안의 사업 추진 현황이 궁금합니다.



A 광주광역시는 오는 2025년까지의 고속도로 건설에 대한 중장기 투자계획을 담은 국토부의 제2차 고속도로 건설계획에 제3순환 고속도로 구간을 신규 반영했습니다. 그동안 광주 도심부 교통혼잡 완화와 광역도시간 이동편의 및 교통 안전성 제고를 위해 대도시권 방사형 제3순환 고속도로망 구축에 전념해왔습니다. 이번 국가 건설계획에 반영된 광주시 신규 구간은 제3순환 고속도로 5구간인 나주 금천~화순 간 18.6km 구간으로, 총사업비 1조 500억 원 규모의 전액 국비사업 프로젝트입니다. 우리 광주시는 전문가 그룹, 유관기관 등으로 구성된 국비확보전담팀(TF)을 중심으로 대응방안을 마련하여 기재부, 국토부와 국회를 상대로 설명을 강화함으로써 중앙부처 예산에 본 사업비가 반영될 수 있도록 총력을 다할 것입니다. 현재 제3순환 고속도로는 금천~본량간 제1구간 15.5km, 본량~장성간 제2구간 9.7km, 장성~담양간 제3구간 25.3km는 준공하여 개통 운영 중입니다. 방사형 순환 간선도로망의 잔여 구간인 담양대덕~화순간 제4구간 30.8km는 장래 국가계획에 반영될 수 있도록 노력해 나갈 계획입니다.

Q 광주광역시에서도 미래 세대와 지속가능한 발전을 위해 탄소중립을 실천하고 있습니다. 대표적인 사업 몇 가지만 소개 부탁드립니다.

A 탄소중립 목표달성을 위해 노후경유차 조기폐차 지원, 제2순환도로 친환경차 통행료 감면, 전기택시 보급지원, 친환경차량 보급 확대, 대중교통과 자전거 이용 활성화 등 시민이 참여할 수 있는 생활 속 실천 방안을 지속적으로 구체화하여 정책을 추진하고 있습니다. 특히, 전기차·수소차 등 친환경차 보급 확대를 위해 올해 약 450억 원의 예산을 확보하였으며, 자전거 이용 활성화를 도모하기 위해 자전거 인프라를 개선하고 타라개 운영구간도 확대하고 있습니다. 환경문제를 해결하는 것을 넘어 탄소중립을 실천하고 지속가능발전 사회를 위해서는 민관 차원의 거버넌스 인식의 변화가 필요하다고 봅니다. 이제 탄소를 감축하는 문제는 정부와 기업이 사명감과 긴급함을 가지고 생존 차원에서 접근해야 한다고 봅니다. 우선 우리 부서부터 시민들도 탄소중립에 동참할 수 있도록 예산을 적극 투입하고 분위기를 조성할 수 있도록 노력하겠습니다.

Q 자전거가 대중교통 사각지대를 보완하는 보조 교통수단으로 역할이 점차 중요해져 타 지자체에서도 관련 사업들을 활발하게 추진 중입니다. 광주광역시에서도 탄소중립 일환으로 자전거 이용 활성화 종합계획을 발표한 바 있습니다. 추진하는 자전거 관련 사업이 있다면 소개 부탁드립니다.

A 앞서 말씀드렸듯이 광주 교통수단 중 자전

거 의존도는 2% 정도로 승용차에 대한 의존도 약 50%에 비해 크게 낮은 수준입니다. 광주시가 2020년 7월부터 시범 도입한 공공 공유자전거 '타라개'는 자전거 1대당 일평균 이용 횟수가 0.21대로 타 지자체 대비 저조합니다. 또한 자전거도로 664km 중 자전거 전용노선은 141km로 21%에 불과하여 자전거 이용 활성화 차원에서 기존 자전거 겸용 도로 510km에 대한 유지보수를 위해 구청별 수요와 자전거도로 현황을 바탕으로 수시로 보수보강을 추진하고 있습니다. 또한 광주천, 영산강, 황룡강 등 Y벨트 역사이트 사업과 연계하여 자전거 전용 도로 인프라를 개선하고 있습니다.

Q 도로 이용객들의 서비스 향상을 위해 추진하는 사업이 있다면 말씀 부탁드립니다.

A 우선 도로시설 개량 조성에 주안점을 두고 사업을 진행 중입니다. 주요 사업으로 위험도로 구조개선, 교통사고 잦은 곳 개선, 제2순환도로 나들목 개선, 도로조명 통합관제시스템 구축, 회전교차로 설치 등을 추진하고 있습니다. 특히, 광주북부순환도로, 상무지구~첨단산단, 월전동~무진로, 광주용두~담양대전, 각화동~제2순환로, 호남고속도로~북부순환로, 백운지하차도, 풍암지하차도 등 6개 교통혼잡도로와 위험도로, 병목지점, 재난사고 위험지역을 선별하여 도로를 개량하고 있습니다. 또한 제2순환도로 학운, 지원, 풍암, 서창, 신창, 진월IC 등 주요 나들목 상습정체 해소를 위한 진출입로 확장, 톨게이트 신설을 단계별로 추진할 것입니다. 이밖에 5개 자치구와 24시간 도로보수 비상관리 협력체계를 구축하여 도로표지 및 안전시설 등의 도로시설물 정비 등도 차



광주광역시 이돈국 군공항교통국장이 관내 도로사업 현황을 설명하고 있다.

질 없이 진행하고 있습니다. 앞으로도 광주시 교통안전을 확보하고 안전하고 쾌적한 도로환경을 조성하겠습니다.

Q 광주광역시에서도 적극적으로 교통약자 안전과 보행친화 환경 조성사업을 펼치고 있습니다. 대표적인 사업 몇 가지만 소개 부탁드립니다.

A 노약자, 임산부 등 교통약자를 위해 2005년부터 친환경 저상버스를 지속적으로 보급하고 있습니다. 특히 굴곡보도 정비, 정류소와 보도 높이조정, 휠체어 대기장소 등을 설치한 무장애정류소를 135개소를 운영하고 있어 장애인과 노약자의 이동권을 충분히 보장할 수 있도록 하였습니다. 추후 장애인과 휠체어 이용자를 위한 특별교통수단 126대와 바우처택시 239대 등 다양한 수단도 추가 확대 운영할 계획입니다. 참고로 2022년 교통약자 차량 전용차량 116대, 바우처택시 100대, 임차택시 89대를 운영하여 연간 15,000명 이상이 이용하고 있어 호응이 좋습니다. 이밖에 5개 자치구와 97개 행정동을 선별하여 어린이와 노인 통행



이 집중되는 구간에 보호구역 시종점 표지, 방호울타리, 도로적색포장, 노면표시, LED바닥 신호등, 지그재그도로, 과속방지턱 등 교통안전시설을 확충하고 있으며, 특히 어린이보호구역 내 무인교통단속카메라, 횡단보도 신호기를 추가 설치하여 어린이 교통사고 예방에도 주력하고 있습니다.

Q 광주광역시 군 공항 현황과 이전 계획 진행 현황은 어떤가요?

A 광주 군 공항은 개항 당시 도시 외곽에 위치하였으나 도시 팽창으로 인해 도심 한 가운데 자리하게 되었습니다. 현재는 소음 발생과 고도 제한으로 지역주민의 생활권이 침해되고 국방부의 소음피해 보상액으로 인해 국가 예산낭비 등 문제가 지속되고 있습니다. 이러한 상황을 해결하기 위해 군 공항 이전을 추진하고 있는데, 막대한 재원과 지원이 필요하고 군 공항만의 이전에 따른 인센티브 혜택이 적은 광주의 특수성을 감안할 때 국가 지원의 내용이 담긴 특별법을 만들어야 합니다. 이에 새로운 군 공항 건설을 포함한 군 공항 이전사업, 종전부지 개발사업, 공항 연계 산업단지화 교통망 구축 등 군 공항 이전에 필요한 특례 등이 특별법에 담길 수 있도록 규정함으로써 개발사업이 원활히 추진될 수 있도록 하려는 것입니다. 나아가 주변 도시와 신설되는 군 공항을 연계하는 도로·철도 등 교통망을 확충하고 이전 지역에 첨단산업단지를 개발하여 발전과 성장의 계기를 마련하는 혜택을 부여하려고 합니다. 이 점이 부각되면서 이전 희망 지역이 나타나고 있으며, 최근 들어 담보상태인 군공항 이전사업이 큰 진척을 보이고 있습니다.

Q 앞으로 광주광역시 군공항교통국 운영 방향이 궁금합니다.

A 민선8기 2년 차인 2023년에는 '내*일이 빛나는 기회도시'라는 비전하에 경기침체 위기를 또 다른 기회로 바꿔 나가는 내실 있는 정책을 해나갈 것입니다. 올해 상반기 중으로 예산을 신속하게 집행하여 지역 경기 조기 회복에 주력할 방침이고, 앞서 말한 연속 사업들도 차질 없이 추진하겠습니다. 2023년은 글로벌 경기침체에 따른 무역수지 악화, 내수침체, 세계 공급망 재편에 따른 첨단산업 경쟁, 탄소중립, 지방소멸, 저출산·고령화 등 새로운 변화에 직면하는 중요한 해입니다. 여기에 미래 전략산업을 발굴·육성하는 기회로 삼아 새로운 먹거리를 창출할 수 있도록 군공항교통국에서도 노력하겠습니다. 아울러 지속적인 도로 인프라 개선과 미래 지향적인 교통체계를 구축하여 차별화된 도시 이미지와 더 나은 교통 환경을 조성하기 위해 행정력을 다하겠습니다.

Q 우리나라도 저출산·고령화의 영향으로 인구감소 국가가 되었습니다. 지방 농촌지역은 물론 소도시 소멸까지 걱정해야 하는 시국인데요. 지역 균형발전을 위한 방안이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

A 최근 더욱 심해진 수도권 집중 현상은 지방지역 도시발전과 성장의 한계로 작용하고 있습니다. 수도권 중심의 경제문화사회구조로서 지방지역 자생성 약화를 초래하여 향후 지속적인 지역인구 감소가 우려됩니다. 우리 광주광역시도 이를 극복하기 위해서는 서남권 거점의 교통, 과학기술, 교육 등 성장기반 인프라를 더욱 확충하여야 한다고 봅니다. 특히,

지능형교통체계 확대, 빅데이터를 활용한 도로 유지관리, 미래모빌리티 특화 산업단지 조성, 미래차 인프라 조성, 스마트건설, 지능형 에너지 관리 등의 첨단 기술을 활용하여 경제적 효과를 창출하고 생활 편의성을 높여야 합니다. 광주광역시는 자동차, 반도체, IT 등의 제조업 분야에 특화된 도시이기도 하고 대학교와 연구소도 많기 때문에 미래 도로교통산업 인재 양성과 기술 개발이 적극적으로 추진될 수 있도록 다양한 기관들과 협력해나갈 계획입니다.

Q 지난 3월 8일에는 도로교통협의회 이사회가 개최되었고, 지자체 다양한 현안 사항에 대한 논의가 이뤄졌습니다. 앞으로 도로교통협의회가 발전하기 위해 당부 말씀이나 조언 부탁드립니다.

A 도로교통협의회는 도로교통분야에서 다양한 이해관계자들이 모여 의견을 교환하고 협력하여 더욱 안전하고 효율적인 도로교통 환경을 만드는 데 기여하는 조직인 것으로 알고 있습니다. 협의회는 도로분야에서 공무원 이외에도 다양한 이해관계자들이 참여하는 것이 중요하다고 봅니다. 다양한 이해관계자들과 함께 다양한 정보와 기술, 정책, 행정 노하우 등 레퍼런스를 공유하고 적절한 교육시스템을 갖춘 온라인 플랫폼이 구축되었으면 합니다. 정부기관에서는 도로교통협의회에 충분한 예산을 지원해주셔서 지자체에서도 도로건설이나 관리수준이 향상될 수 있도록 초점을 맞춰주셨으면 합니다.

Q 마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A 도로는 경제와 지역발전을 견인합니다. 수도권이나 영남권처럼 우리 호남권에도 도로가 촘촘히 깔려 지역이 더 발전 할 수 있도록 도움을 주셨으면 좋겠습니다. 인구가 적은 호남은 B/C 논리만 가지고는 촘촘히 도로를 건설할 수가 없습니다. B/C가 조금 부족하더라도 성원하고 지원하고 결단해서 촘촘한 도로를 건설한다면 국가균형발전을 이끌 수 있다고 봅니다. 관계자 여러분의 많은 도움과 관심 부탁드립니다. 감사합니다.



광주광역시 이돈국 군공항교통국장 이력

광주광역시 이돈국 군공항교통국장은 전남 담양 출신으로, 전남대를 졸업하고 동대학원 행정학 석사를 마쳤다. 이돈국 국장은 1991년 광주광역시 7급 공채로 공직에 입문하여 총무과 인사담당, 수영대회지원단장, 총무과장, 광산구 부구청장 등 30년간 주요 요직을 두루 거쳤으며, 2023년 1월에는 군공항교통국장으로 부임하였다.

(주)이너콘 윤유현 대표이사를 만나다



● ● 국민 생활과 경제에 가장 밀접한 관련이 있는 인프라는 단연 도로이다. 우리나라 도로 총연장은 11만km가 넘고 최근 고속도로와 국도 포장률은 거의 100%에 가까운 정도로 국민 수준에 부합하는 양질의 도로 서비스가 제공되고 있다. 그동안 양적 성장을 이뤄왔던 도로는 확충의 개념에서 유지관리의 개념으로 패러다임이 전환되는 시점에 들어섰다. 국민들의 수준도 높아져 도로 이용자들은 더 높은 수준의 도로 서비스를 요구하고 있다. 국민들의 요구에 부응하기 위해 국토교통부, 한국도로공사 등 도로관리기관에서는 유지관리의 질을 향상하기 위해 지속적으로 노력하고 있으며, 그 중심에 ㈜이너콘이 있다.

㈜이너콘은 국내 도로시설물 유지관리 및 개량과 도로포장 분야의 우수한 실적과 경험으로 자리 잡은 기업으로, 2001년 설립 이후 지속적인 기술개발과 책임시공을 바탕으로 발주처의 신뢰와 고객 만족을 위해 노력하고 있다. 특히, 토목공사업, 시설물유지관리업, 포장공사업의 이론과 실무, 오랜 경험의 바탕으로 특허 및 신기술 개발을 통해 업계 경쟁력을 확보하고 있으며, 지속 가능한 성장을 위해 신기술 아이디어 창출을 최우선 과제로 삼고 있다. 제170호 인터뷰에서는 ㈜이너콘 윤유현 대표이사를 만났으며 그동안의 이력은 사업과 소고에 대해 인터뷰하는 시간을 가졌다.



1994년부터 시작한 도로 유지관리

윤유현 대표는 1994년 ㈜이전케이믹스라는 회사 재직부터 현재에 이르기까지 고속도로, 국도 등 도로 시설물과 포장 유지관리 분야에 종사하며 품질과 안전관리를 최우선으로 하고 있다. 어려운 여건이지만 회사 내에서도 지속적인 R&D를 통해 도로 유지보수, 시설물 보수보강, 도로포장 등 11건의 특허를 출원하고 신공법을 개발하였다. 특히, 경부고속도로, 수도권순환고속도로, 영동고속도로 등 전국 도로 시설물과 도로포장 유지보수공사를 성공적으로 수행하였으며, 고품질의 도로 유지관리를 통해 쾌적하고 안전한 교통흐름을 제공하여 국가 경제발전을 도모하고 국민들의 생활편의를 제공하고 있다.

안전을 최우선으로 내세운 안전보건경영방침

윤유현 대표는 안전보건경영방침을 일찌감치 내세우며 근로자의 안전을 최우선으로 하고 있다. 도로 유지관리를 하는 업계 특성상 야간작업이 많기 때문에 작업환경과 근로자 개개인에게 맞는 안전관리체계를 구축하였다. 또한 도로 유지관리 작업 특성상 소음, 비산먼지, 폐기물 등이 발생할 수 있기 때문에 이로 인한 민원을 방지하기 위해 비산먼지방지를 위한 집진기 등의 각종 환경관리 장치를 자체 개발하여 작업 현장에 적용하여 쾌적하고 환경 친화적인 작업현장을 만들고 있다. 또한 중대재해, 협착사고, 추락사고, 종합재해지수 ZERO를 지

속하기 위해 안전보건팀장, 안전보건총괄책임자를 두며 발주처로부터 신뢰받는 건설안전 문화를 정착시키는 데 앞장서고 있다. 이러한 결과를 증명하듯 2001년 회사 설립 이래 현재까지 산재사고 및 안전사고가 단 한 건도 발생하지 않아 무재해를 달성 중이며, 최근까지도 한국도로공사로부터 안전관리 우수업체로 선정 되는 등 '안전사고 ZERO'의 업적을 이어나가고 있다. 윤유현 대표는 "안전은 건설을 취급하는 회사가 반드시 수행해야 할 사회적 책무"라며, "최근 제정된 중대재해처벌법을 좋은 방향으로 개선시켜 안전한 건설 현장이 마련되길 바란다."고 말했다.

20년 이상 이어온 연구개발

㈜이너콘은 고강도 블록개발, 고탄성 실리콘을 이용한 콘크리트 포장 줄눈 보수공법 개발, 장수명 친환경 포장연구 프로젝트, 시멘트 반응유도제 조성물을 이용한 콘크리트 포장재 개발 등 정부 및 공공기관과 기술을 공유하고 연구개발을 추진하여 도로 공용수명 연장에 기여하고 있다. 또한 사내 제반 도로관련 시험 기자재를 완비하여 품질시험실을 운영하는 등 철저한 품질관리로 책임시공을 도모하고 있다. 최근에는 그동안의 경험을 토대로 골재노출 저소음 포장공법, 중앙 분리대 충돌 비산방지 공법의 신기술 등을 개발하고 있으며, 한국도로공사 도공기술마켓, 조달청 등 공공기관 우수기술 등록과 제품 인증을 통해 도로 유지관리 선도 기업



㈜이너콘 윤유현 대표는 매주 월요일 오전 임직원들과 주간회의를 실시하고 있다.



으로 자리매김하고 있다. 윤유현 대표는 “현재 우리 회사는 20여 개의 특허를 비롯해 다양한 지식재산권을 보유하고 있다”며, “기본과 원칙을 바탕으로 연구개발에 비용과 시간을 투자하는 이유는 단연 안전과 발주처 신뢰 확보”라고 말했다.

기술 중심 도로 유지관리 전문기업

㈜이너콘은 그동안의 도로 유지보수 연구개발과 상용화 시험을 통해 한국도로공사와 일반국도 관리기준에 적합한 아크릴라텍스 개질 초속경 콘크리트 조성물 및 제조방법을 개발하였으며, UCP공법(교면보수용), UCP-R공법(단면 보수용), UCP-24공법(조강보수용)을 실용화하여 양화교, 동창교, 풍덕천교, 신갈2육교 등 고속도로와 조천3교, 연동교, 원천교, 한남대교 등 일반국도에 적용하여 성공적인 시공을 추진하였다. 또한 고탄성 실리콘 실란트를 이용한 보수공법을 개발하여 콘크리

트 포장 줄눈보수 작업 능력을 종전 일일 800m에서 1,200m 이상으로 향상해 공사 원가를 절감하고 작업 효율성을 대폭 높였다. 이밖에 전처리제를 사용한 콘크리트의 미세균열보수방법, 아크릴라텍스 개질 초속경 콘크리트 조성물 및 그 제조방법, 경제성 보수방법, 보강용 중앙분리대장치 및 시공방법, 초속경 콘크리트를 이용한 교량 및 포장도로의 보수시공방법, 초속경 시멘트 반응 유도제 조성물, 라텍스 개질 콘크리트 조성물 등 10개 이상의 도로 유지보수에 특성화된 기술을 개발하여 도로 내구성 증진과 품질향상을 위해 노력하고 있다. 윤유현 대표는 “위의 기술이 공기업에서 운영하는 신기술 이용 플랫폼인 도공기술마켓에 등록되어 마케팅 효과도 있기 때문에 고속도로 유지보수 공사 수주에 큰 도움이 되고 있다”며, “이너콘의 역량을 높이기 위해서 저부터 스스로 연구·개발하는 자세를 갖는다.”고 전했다.

재해지역 긴급보수를 위한 비상근무대기소

㈜이너콘은 집중호우 및 폭설 등으로 도로 긴급 보수상황이 수시로 발생하는 비상상황에 대비하고 있다. 특히, 국민과 도로관리기관의 경제적 손실과 불편을 최소화하기 위해 긴급 출동할 수 있는 위치에 비상근무대기소를 설립하여 상시 운영함으로써 긴급 보수가 가능한 시스템을 구축하고 있다. 또한 ㈜이너콘은 고속도로 비탈면 토사유실로 전면통제되는 비상상황이 발생했을 때도 5분 이내에 인원, 자재, 중장비를 현장에 투입하는 등 보이지 않은 곳에서 밤낮으로 노력하고 있다. 긴급 포트를 발생 시에도 5분 이내 긴급 출동하여 민원을 최소화하고 있으며, 동·하절기 이상 기온으로 발생하는 도로 변형과 파손 등에 대비하기 위해 긴급보수팀을 24시간 비상근무체제 가동 중이다. 윤유현 대표는 “국도를 사람에 비유한다면 도로는 혈관이라 할 수 있다. 혈관이 막히면 목숨을 잃을 수도 있듯이 갑자기 유실되거나 파손된 도로를 빠르게 보수하고 관리하는 것이 가장 중요한 요소”라고 강조했다.

간소한 조달문화를 위한 노력

도로 시설물은 운전자의 안전뿐만 아니라 경제활동의 중요한 요소로서 우리 일상생활과 직결되는 공공의 시설물이다. 최근 들어서 도로 시설물의 노후화로 시간이 지나면서 약해지고 파손되는 일이 잦아지고 있기 때문에 시설물 유지관리에 대한 인식을 개선하기 위해 다양한 대책이 나오고 있다. 특



협회에서 ㈜이너콘 임직원 주간회의에 참관한 후 기념촬영하였다.

히, 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 지속가능한 기반시설 관리 기본법 등도 제·개정되었으며, 지난 몇 년간 시설물 유지관리 시장도 성장해오고 있다. 하지만 도로 시설물을 취급하는 업체 중에 최저 단가로 뛰어드는 업체들이 많다 보니 기술과 제품의 품질보다 가격을 우선시하는 조달문화가 여전하다고 윤유현 대표는 전했다. 윤유현 대표는 “도로시설물은 안전과 직결된 제품이기 때문에 양질의 제품이 사용될 수 있는 정부 정책을 적극적으로 펼쳐줬으면 한다.”며, 이어 “투명한 공사관리, 적정자재 사용, 품질시공, 안전관리 등 적정 조적체제가 확보된 도로 유지보수 업체를 선정해주실 것을 바란다.”고 전했다.



눈에 띄지는 않지만 묵묵히 걸어온 길

윤유현 대표는 여전히 직접 연구개발에 참여하고 있고, 도로 유지보수 작업에 투입되는 차량이나 장비 상태도 수시로 살핀다. 현장에 투입되는 기술자와 정기적으로 피드백도 주고받아 현장 애로사항과 필요한 기술 등을 체크한다. 문제점이 발견된 현장은 직접 현장에서 확인한다. 콘크리트 도로포장 보수분야에 현장인식표 실명제를 도입하고 실무자와 관리방법을 개선하는 등 유지관리 업무체계를 효율적으로 개선하고 직원들에게 항시 도로 유지관리에 대한 중요성과 책임감을 심어주고 있다. 또한 공공기관과 도로포장 유지보수 연구개발을 비롯해 도로침하, 시설물 관리 등 다양한 분야에서 계속 협업을 이어가고 있다. 윤유현 대표는 “시공현장에서 문제점이나 개선할 점을 찾아내 해결하는 것이 가장 큰 용기이자 발전할 수 있는 도약의 계기가 된다.”고 말했다.

도로 유지관리비용 아끼지 말아야

빈번해진 자연재해에 따른 인프라 피해뿐만 아니라 노후화도 진행되어 도로 유지관리 수요는 지속적으로 늘어나는데 반해 관련 투자는 여전히 부족한 것이 사실이다. 고속도로나 국도 내 교량, 터널, 지하도로 등 대형 구조물은 유지관리 예산 집행이 원활한데 비해 지방도는 교통부문 재원 중에 도로관리 예산을 정확하게 할당하지 않기 때문에 도로관리 수준이 동일하게 유지되기 어렵다. 빈번히 발생

하고 있는 도로 위 교통사고를 줄이기 위해서도 일반도로 유지관리 예산을 더욱 확보할 필요가 있다. 여전히 노후된 지방도의 포장상태, 발생하는 포트홀 발생에 따른 민원 횟수만 봐도 더 많은 예산이 투입되어야 한다. 하지만 정부의 도로 유지관리와 관련된 투자 금액을 살펴보면 안전관련 투입예산은 국도가 km당 3,000만원인 반면, 지자체 도로는 500만 원 정도이다(국토교통통계누리). 윤유현 대표는 “고속도로나 국도에 비해 지자체 도로관리 재정여건이나 인력수급 등이 상이하여 유지관리의 연속성이 미흡한 점이 있다”며, “도로안전을 위해서는 다양한 도로에 유지관리 비용이 적절하게 투입될 필요가 있다”고 강조했다.

민·관이 함께 도로 유지관리 선진화 역할 해내야

최근 이슈인 디지털 트윈(Digital Twin), 스마트건설기술, 드론, 무인장비 등을 위한 다양한 도로 유지관리 시나리오가 정부 주도로 발표되고 있다. 앞으로는 더욱 건설에서 기존 인프라의 유지관리 중심으로 건설부분의 패러다임 변화가 예상되므로 이에 따른 시설물 관련 분야의 기술의 성장이 예상된다. 시간이 지나면 도로 유지관리 기술도 고도화되기 때문에 SOC 시설물 유지관리 선진화를 통한 안전 향상 및 국민 불안 문제점이 해소될 것이다. 하지만 이는 건설 분야 특히 유지관리 분야 전문가뿐만 아니라 다양한 분야 전문가의 적극적인 참여 및 노력이 필요한 분야이다. 윤유현 대표는 “회사 설



한국도로협회 노성규 실장이 ㈜이너콘 윤유현 대표와 인터뷰하고 있다.



립 후 20여 년을 돌이켜 보면 도로 유지관리분야도 설계나 시공 못지않게 여러 가지 면에서 많은 발전을 이뤄왔다고 생각한다.”며, “당장 30년 이상 노후화된 시설물이 급증하고 있어 민·관이 함께 도로 유지관리 선진화를 위해 힘을 합쳐야 할 때”라고 강조했다.

종합·전문건설업 제도와 발판 마련

국토교통부는 시설물유지관리업종에 대한 폐지와 종합·전문건설업 간 상호진출을 허용했다. 다양한 건설업체가 기존 시설물 유지관리 사업에 참여할 수 있어 경쟁은 불가피하게 되었다. 최근 국토부 보도자료에 따르면 약 7천 개의 기존 시설물 업체 중 73% 이상이 전환을 완료했다고 밝혔다. 실제 국토부는 개편방안에 따라 전환업종 시 최대 2029년까지 등록기준 충족을 유예하였지만, 종전 시설

물업 실적을 전환하면 다양한 인센티브를 제공할 것이라고 말했다. 최근까지도 시설물유지관리업과 타 건설업종과의 경쟁으로 인한 갈등과 이견이 있어왔다. 윤유현 대표는 “시설물유지관리업은 이용 중인 도로, 교량, 터널 등의 시설물의 안전점검과 유지보수를 담당하기 때문에 신축을 담당하는 종합·전문건설업종과 성격이 다르다”며, “시설물유지관리업 폐지는 시공과 유지보수의 일원화가 전제하게 되므로 유지관리 전문화를 위한 인재양성과 연구개발을 위한 제원 마련에 힘써줄 것”을 당부했다. 이어 “우리 회사는 유지관리 분야에서 그 어느 전문업체 보다 경쟁력이 있지만, 법 개정으로 인해 다양한 업계와의 경쟁이 더욱 치열해질 것이 때문에 기술개발과 사업영역 확보에 더욱 노력할 것”이라고 전했다.





우리나라 도로 유지관리 중심에 ㈜이너콘이 있다.

젊은 인재 수급이 절실

우리나라는 약 50여 년간 도로가 급속도로 증가해 왔으며, 도로포장뿐 아니라 교량, 터널, 지하도로, 비탈면 등 관리해야 할 도로시설물 양도 지속적으로 증가하고 있다. 도로는 국유재산 평가액이 총 272조 원에 달하는 국가의 자산이자 생산활동에 기여하는 자본이다. 특히나 도로 성능은 임계점을 지나면 급격히 저하되는 특성이 있어 심각한 결함이 발생하기 전에 예방적 관리를 수행하는 것이 생애 주기를 통틀어 소요되는 관리 비용 감소에 효과적이다. 도로의 노후화에 따른 붕괴, 도로유실 등의 위험으로 이용자인 국민의 안전이 위협 받고 있어 도로관리의 중요성이 과거 어느 때보다 증대되고 있다. 이에 따라 정부나 지자체에서도 우수한 도로 유지관리 기술을 필요로 하고 있다. 하지만 건설이나 설계분야와는 달리 유지관리 분야는 인재 양성

과 수급의 어려움을 겪고 있다. 최근 들어 중소기업도 공공기관과 공동 연구개발에 참여할 수 있는 기회도 많아지고 있고 기업부설연구소 설립에 대한 지원 혜택도 있긴 하지만, 막상 연구에 필요한 인재 수급 문제가 제일 어려운 부분이라 기술개발의 속도가 더딜 수밖에 없다고 윤유현 대표는 말한다. 그는 “도로시설물 업계도 국민 안전에 밀접한 영향 주고 정부에서 막대한 비용을 지출하는 산업”이라며, “유지관리 업계에도 젊은 인재가 양성되도록 정부가 힘을 실어주셨으면 한다.”고 말했다.

도로 유지관리업에 자부심을 느낄 수 있도록 노력할 것

자동차가 늘어나고 자율주행차 등으로 사회·경제적으로 갖는 도로의 기능과 역할은 증가할 것이다. 이 과정에서 우리 도로 기술인들은 도로 이용자의



서비스 품질 요구나 변화하는 정세에 얼마나 적절하게 대응할 수 있는지 다양한 숙제를 맞이하고 있다. 게다가 한 번 건설해 놓으면 영구적으로 이용해야 하는 도로는 시간이 흐를수록 이용에 대한 새로운 문제가 제기될 것이다. 윤유현 대표는 “도로 생애주기 모든 과정에서 도로포장이나 시설물 유지관리 기술이 곧 도로의 품질과 서비스를 좌우한다고 생각한다”며, “도로 유지관리의 발전이 곧 도로산업의 발전이라는 자부심을 가지며 일했으면 좋겠다”고 강조했다.

최근 경기침체로 많은 기업과 가계가 어려움을 겪고 있다. 위기 뒤에 기회가 찾아오듯 시일 내에 모든 상황이 정상화되어 도로산업도 다시 도약할 수 있는 계기가 되었으면 한다. 모쪼록 협회에서도 현장의 목소리를 최대한 청취하고 정책적, 기술적 지원책을 마련할 수 있도록 노력해야겠다. 🇰🇷

윤유현 대표이사 이력

윤유현 대표는 1994년부터 고속도로, 국도 등 도로 시설물과 포장 유지관리 분야에 종사하며 지속적으로 연구개발을 추진하고 있다. 특히 도로 유지보수, 시설물 보수보강, 도로포장 분야에서 20건 이상의 특허를 출원하고 신공법을 개발하였으며, 20년 이상 안전사고 단 한건 없이 성공적으로 공사를 수행하고 유지관리 효율을 극대화 하는 등 도로 유지관리 발전과 대국민 안전에 기여하고 있다.

도로교통과 디지털트윈(Digital Twin)

양영진 | 한국디지털트윈연구소 대표이사

기술은 인간의 필요에 의해 지속적으로 개발되어 왔고, 최근에 챗GPT가 발표되면서 정보와 지식을 매우 손쉽게 제공할 수 있는 수준에 이르게 되었다. 웬만한 전문가보다 그럴듯한 정보와 지식을 제공하는 챗GPT는 정보와 지식의 보편화를 앞당기고 '지혜의 시대'를 여는 신흥탄이 될 것이다. 하지만 디지털 전환의 가속화로 데이터는 폭증하고 정보와 지식은 넘쳐난다. 디지털 특성상 복제와 위변조가 용이해져 진짜와 가짜도 구분하기 힘들고 순식간에 확산될 수 있어 자칫 혼란스런 세상이 될 수 있다.

디지털트윈(Digital Twin) 기술은 현실 시스템을 디지털로 가상화하여 디지털 쌍둥이를 만들어서 현실에서 할 수 없는 부분을 가상 실험을 통해 대상을 분석, 예측, 최적화함으로써 현실 시스템만으로 해결할 수 없는 문제를 지혜롭게 해결하기 위해 개발된 기술이다.

이러한 디지털트윈 기술이 도로교통 분야에는 어떻게 쓰일 수 있을지를 고민하기 전에 도로교통분야

에 어떤 문제가 있는지를 찾아야 한다. 문제 정의 없이 문제를 풀려고 하면 안 되며, 기술은 수단인데 목적이 불분명하면 아무리 첨단 기술이라도 실패와 시행착오를 겪을 수밖에 없다. 성공은 목적하는 바를 이루는 것이며, 목적 없이는 절대 성공할 수 없다는 것을 상기해야 한다.

그렇다면 도로교통은 무엇이며 어떤 문제가 있는지 살펴보자.

도로는 지역과 지역, 국가와 국가를 연결하며, 사람과 물류의 이동을 가능하게 할 뿐만 아니라 경제적, 문화적 교류역할을 담당하며 인류 역사의 발전을 이끌어 온 중요한 사회기반시설이다. 특히, "우리나라가 1950년대 세계 최빈국에서 단기간에 세계 10대 경제 대국으로 고도성장하기까지 그 중심에는 도로가 있었고, 하면 된다는 긍지를 심어준 계기도 도로였습니다. 1970년 7월 7일 경부고속도로 개통을 시점으로 양적, 질적 성장을 거듭한 우리나라 도로는 국민의 삶의 질을 향상시켰고 지역 균형발전과 경제발전의 원동력이 되어 왔습니다."

라는 한국도로협회장 말씀에 공감한다. 우리 민족은 나라도 뗀기고 민족상잔 전쟁의 아픔 속에서도 "할 수 있다, 하면 된다."는 불굴의 의지와 각고의 노력으로 선진국에 진입했다. 기적 같은 일이며 자랑스러운 일이다.

그러나 최근 4차산업혁명, 코로나19, 러-우 전쟁 등 세상은 복잡해지고 급변하고 있는데, 우리 도로교통분야에서는 어떻게 대응해야 할까? 도로는 교통을 위한 기반시설이다. e-나라지표에 따르면 2019년 기준 우리나라 교통혼잡비용이 70조를 넘어섰다. 교통혼잡비용은 매년 지속적으로 증가하고 있으며, 그 규모 면에서 2018년 GDP의 3.57%에 달할 정도로 국가 경제활동에 큰 영향을 미치

므로 교통혼잡을 완화하기 위한 지속적인 노력이 필요하다. 교통혼잡을 줄이기 위해서는 지능형교통체계 구축, AI·자율주행·모빌리티 빅데이터 등 첨단 ICT 기술을 접목한 도로이용의 효율성 증진과 지속적인 교통수요관리 정책이 요구된다.

하지만 첨단 ICT 기술을 접목하면 문제가 해결될까? 앞서 설명했듯이 기술은 인간의 필요에 의해 개발된 수단과 방법이다. 목적에 맞는 적정 기술을 활용해야 할 것이며, 첨단 ICT 기술을 활용한다고 교통혼잡비용을 줄일 수 있는 것은 아니다.

요즈음 열풍이 불고 있는 초거대 AI인 챗GPT에 물어봤더니 아래와 같이 답을 했다.



도로교통 혼잡비용을 줄이는 방법에 대한 챗GPT의 답변

도로교통 혼잡비용을 줄이는 방법은 다양하지만, 다음과 같은 몇 가지 방법을 생각해볼 수 있습니다.

도로 확장 및 개선하기 도로 확장 및 개선은 교통 혼잡을 줄이는 가장 기본적인 방법입니다. 도로 확장, 교차로 개선, 차선 추가 등을 통해 도로 용량을 늘리고 교통 혼잡을 완화할 수 있습니다.

스마트 도로 기술 도입 스마트 도로 기술을 도입하여 교통 혼잡을 해결할 수 있습니다. 예를 들어, 도로 위에 설치된 센서를 통해 교통 상황을 실시간으로 파악하고, 이를 기반으로 교통 흐름을 최적화하는 시스템을 구축할 수 있습니다.

도시계획 개선 도시계획 개선을 통해 교통 혼잡을 해결할 수 있습니다. 주거지역과 상업지역, 산업지역 등을 분리하여 교통량을 분산시키고, 대중교통 노선을 최적화하여 교통 혼잡을 완화할 수 있습니다.

공유 자동차, 자전거 등 대안 교통수단 활성화 공유 자동차, 자전거 등 대안 교통수단을 활성화하여 도로 교통량을 줄일 수 있습니다. 대중교통과 함께 공유 자동차나 자전거 등 대안교통수단을 이용하면, 도로 혼잡을 완화하고 교통 혼잡비용을 줄일 수 있습니다.

자율주행 자동차 확산 자율주행 자동차를 확산하여 교통 혼잡을 줄일 수 있습니다. 자율주행 기술을 도입함으로써 교통사고와 교통 혼잡을 예방할 수 있으며, 교통 혼잡비용을 줄일 수 있습니다.

챗GPT가 답한 바와 같이 도로교통 혼잡비용을 줄이는 방법은 다양하다. 도로를 신설하거나 확장하는 방법, UAM 같은 새로운 교통체계를 도입하는 방법, 기존 교통체계의 운영을 최적화하는 방법 등이 있다.

하지만 도로교통분야에 종사하는 많은 기관이나 사람들이 분야별 계층별로 다양한 해법을 내놓고 시행하고 있는데, 교통혼잡비용은 왜 줄지 않고 매년 증가할까? 칸막이 분절 문화, 사일로적 해법이 또 다른 문제를 일으키고 있는 것은 아닌가? 분야별 계층별로 열심히 노력하고 있지만 국가 전체적으로 보면 더 악화되는 것이다. 도로교통 혼잡비용은 도로교통 전문가가 아닌 필자가 찾은 하나의 문제이다. 도로교통 전문가들은 더 많은 문제를 알고 있을 것이다.

그렇다면 이러한 도로교통 문제들을 어떻게 하면 디지털트윈 기술을 활용하여 해결할 수 있을까?

첫째, 챗GPT 같은 AI 도구를 잘 활용해야 한다. 도구를 잘 쓰는 사람과 아닌 사람 간에 엄청난 차이가 있다. 새로운 변화에 적응하지 못해 세상에서 사라진 것들을 상기해야 한다. 다만 AI가 만능이 아님을 알고 써야 한다. 또한 AI를 쓰는 일과 AI를 잘 만들기 위해 인간지능을 연구하는 일, AI를 만드는 도구를 만드는 일, AI가 학습할 재료(데이터)를 확보하는 일, AI를 만드는 일, AI를 관리하고 역기능을 방지하는 일은 각기 다르다.

우리는 무엇을 잘하며 어디에 집중해야 하는가? AI 도구는 잘 쓰지만 작동원리도 모르면서 AI를 과대 포장하는 사이비 전문가들을 경계해야 한다. AI는 만능이 아니다. 챗GPT와 같은 초거대 AI 도구를

활용하면 질문에 답을 편하게 얻을 수 있겠지만 인과관계를 알기 어렵고 학습할 데이터가 없으면 무용지물이다. 또 학습한 범위 안에서만 문제 해결이 가능하고 학습 범위를 벗어난 문제를 해결할 수 없다. 이외에 시공간과 상태에 따라 동적으로 변하는 도로교통 문제는 해결하기 어렵다. 도구의 능력과 한계를 이해하고 목적과 용도에 맞도록 제한적으로 잘 활용해야 한다. 과대 포장에 혹하거나 나쁜 의도로 오남용되거나 악용할 경우 더욱 혼란스러워질 것이다.

둘째, 문제를 잘 풀려면 문제를 식별하고 정의해야 한다. 축적된 빅데이터를 분석하고 분야별 계층별 문제를 찾는 게 우선이다. 왜 하는지, 무엇을 해야 하는지 정의하지 않고 어떻게 할까를 먼저 생각하는 경우를 많이 본다. 개발도상국일 때는 선진국을 벤치마킹해 따라가기도 급급해 '왜?'라는 질문은 사치였다. 빨리빨리 문화가 우리나라를 선진국에 진입할 수 있는 배경이 되었다. 하지만 이제는 달라져야 한다.

과거의 성공방정식은 통하지 않는다. 새로운 방식이 필요하다. 묵은 풍속, 관습, 조직, 방법 따위를 완전히 바꾸어 새롭게 해야 한다. 혁신해야 할 문제를 찾아서 정의해야 한다. 문제 정의 없이 문제를 풀 수 없고, 목적 없이 성공할 수 없다. ChatGPT가 아무리 뛰어나다 하더라도 문제를 식별하고 정의하는 일은 못 한다. 이는 여전히 인간의 영역이다. ChatGPT도 질문과 요구사항에 따라 답이 달라진다는 것을 알아야 한다. 신기술과 도구로 해결할 문제를 찾을 것이 아니라 혁신이 필요한 문제를 찾아 정의하는 것이 우선이다. 교육계에서도 ChatGPT가 문제해결 능력을 저해한다고 못쓰



게 할 것이 아니라 문제 해결 능력을 증강하는 도구로 잘 활용하도록 해야 한다.

지식(원리)을 발견하는 일과 학습하고 활용하는 일은 다르다. 또 지식을 활용해 새로운 도구를 만드는 일과 도구를 활용하는 일 또한 다르다. 교육과 연구개발도 이를 구분해 혁신을 위한 문제를 정의하고 해결해 나가야 한다. 엄청난 투자와 노력을 기울여도 문제들이 왜 해결되지 못하고 있는 걸까?

셋째, 도로교통시스템은 국가 시스템의 일부이자 다양한 시스템으로 구성된 복합시스템(System of Systems)이다. 사람(People)과 사람이 만든 도로, 자동차, 교통신호시설, ITS, C-ITS 등과 같은 제품(Products)과 교통법규와 운전기술 같은

프로세스(Processes)가 복합적으로 연결되어 상호작용하면서 사람과 물류의 이동을 가능하게 할 뿐만 아니라 경제적, 문화적 교류를 원활하게 하기 위한 시스템이다.

사람(People)이 ITS, C-ITS 기술을 잘 구축했다 하더라도 이를 운용, 관리 및 의사결정 하는 사람과 교통법규 같은 프로세스가 조화롭게 변하지 않으면 문제가 해결되지 않고 또 다른 문제가 야기될 가능성이 매우 높은 것이다. 시스템의 3요소인 3P(Products, People, Processes)의 조화가 필요하다. 사람이 하는 일을 제품으로 대체하는 것을 자동화라고 한다. 운전자를 디지털트윈으로 대체하면 자율주행차가 된다. 자율주행차가 개발되면 문제가 해결될까? 우리나라에서도 연간 1조 이상의 예산을 투입하면서 자율주행 기술 개발에 박차

를 구하고 있는 것으로 알고 있는데 기존 차량이 자율주행차량으로 대체되어 가는 과정에서 어떤 일이 벌어질까?

우리가 상상하는 미래의 도로교통체계는 사람마다 다를 것이다. 우리가 이루고자 하는 미래의 도로교통체계를 개념화하고 실현 가능성을 검증하고 실현하기 위한 6대 요구사항은 명확히 정리되어 있는지 궁금하다. 새로운 도로교통체계의 기능/성능/검증 요구사항과 어떤 기술이 필요한지 식별하고 이미 없는 기술은 어떻게 확보할 것인지 기술요구사항과 비용을 얼마나 투자할 수 있는지, 비용대비 효과에 따른 절충(Trade-off) 요구사항을 정리하고 이를 실현하기 위한 사업 및 연구개발(R&D)을 추진하는 시스템 공학적 접근이 필요하다.

아무리 좋은 첨단 시스템(Products)을 구축해도 그 시스템을 운용하는 사람(People)과 프로세스(Processes)가 조화롭게 변하지 않으면 많은 시행착오와 실패를 겪게 된다. 단편적 문제 해결은 또 다른 문제를 야기하므로 시스템공학적 접근이 필요하다. 시스템공학은 인문학과 공학의 인터페이스다. 혁신을 위한 인간의 필요(Needs)를 개념화하고 개념의 실현가능성을 검증하고, 실현하기 위한 요구사항을 정의하고 시스템 개발 방법론에 따라 실현해야 한다.

상상과 의지만으로 꿈을 이루기 어렵다. 나비의 날갯짓이 지구 반대편에선 태풍을 일으키는 나비효과가 심화되고 있다. 시스템공학적 접근은 인간의 인지편향과 시행착오를 최소화하면서 문제를 지혜롭게 해결하는 방법이다. 우리나라에서는 시스템공학을 제대로 가르치는 곳이 거의 없기 때문에 시스템공학 전문가 양성도 매우 시급하다.

넷째, 디지털트윈 기반 가상 실험을 통한 최적화가 필요하다. 디지털트윈(Digital Twin)은 물리적 자산, 프로세스 및 시스템 복제본이다. 디지털트윈은 현실 세계 시스템을 디지털로 가상화한 후 가상 실험을 통해 대상을 분석, 예측, 최적화함으로써 현실 세계 시스템만으로 해결할 수 없는 문제를 지혜롭게 해결하기 위한 핵심기술이다. 도로교통 현실 시스템(Physical System)에서는 시간, 공간, 비용이나 안전 등의 현실적 제약으로 해볼 수 없거나 해보기 어려운 일들이 너무 많다. 도로교통시스템 디지털트윈을 만들어 미래에 발생 가능한 상황을 가상 실험해 봄으로써 미래변화를 분석, 예측, 최적화하여 도로교통 정책을 수립하고 계획하고 제어하면 도로교통 혼잡비용을 최소화할 수 있다. 문제에 따라 디지털트윈 대상, 수준과 예산은 달라지고, 도로교통시스템 기획-설계-시공-시험-운영유지의 수명주기에 따라서 적용방법이 다르다. 현실 시스템이 없을 때는 디지털트윈이 먼저 만들어져야 하기 때문에 디지털트윈 기반의 시스템공학적 접근이 더욱 필요하다.

각종 도로교통 재난사고가 발생할 때마다 남 탓과 책임공방에 시간과 에너지를 허비하지 말고 디지털트윈 기술을 활용해 과거 사고상황을 재현해 사람의 문제인지, 제품(Products)의 문제인지, 프로세스(Processes)의 문제인지 원인을 규명해 필요한 조치를 하면 된다. AI나 자율주행차 같은 제품, 교통법규도 사람이 만드는 것이기 때문에 만든 사람이 문제인지, 쓴 사람이 잘못 써서 발생한 것인지 원인을 규명하면 누구의 책임인지 명확해진다. IoT를 통해 축적된 빅데이터를 기계학습 시키는 인공지능(AI) 기술은 과거에 발생하지 않았던 새로운



상황이 발생하면 속수무책이다. 도로교통시스템은 상황에 따라 역동적으로 변하는 동적시스템이므로 과거와 똑같은 상황이 발생하지 않는다. 사고는 우리가 생각하지 못하거나 안일한 생각과 부주의 등으로 인해 발생한다. 기존의 경험과 지식이 사고를 일으키는 가장 큰 원인이라 혁신을 지연시키는 걸림돌이 될 수 있다.

디지털트윈을 잘 만들고 소기의 목적을 달성하기 위해서는 이미 구축되어 있는 데이터/정보/지식을 서비스하는 IoT/빅데이터/AI플랫폼, 형상정보를 서비스하는 GIS/BIM/CAD플랫폼과 기능과 동작특성을 복제하고 가상실험을 할 수 있는 BAS(Big data, AI, Simulation)기반 디지털트윈 플랫폼을 합성하는 PoP(Platform of Platforms)

개념의 디지털트윈 플랫폼이 만들어져야 한다. 메타버스도 디지털트윈과 VR/AR/MR 기술이 합성되면 교육훈련, 관광 및 게임 등과 같은 가상체험을 넘어 현실 문제를 해결하는 혁신적인 도구로 발전시킬 수 있을 것이다.

변화를 예측하기는 매우 어렵다. 변화를 좇기보다는 변하지 않는 도로교통의 원리를 탐구하고, 변하지 말아야 할 도로교통의 가치와 비전을 정하여 디지털트윈을 제대로 만들어 가상 실험을 통해 지혜롭게 문제를 해결하고 최고의 도로교통시스템을 만들어 가길 기원한다. 🇰🇷

SOC 디지털트윈(Digital Twin) 국내외 동향

김홍배 | 한국도로공사 도로교통연구원 ICT융합연구실장

1. 서론

디지털 트윈(Digital Twin)은 일반적으로 3D 디지털 모델을 기반으로 현실 세계의 물리적 객체(자산, 시설물, 프로세스, 시스템 등)와 정해진 주기와 정확도로 동기화되는 가상 세계의 디지털 복제(쌍둥이)를 의미한다. 2002년에 미국의 Grieves 박사¹⁾에 의해 개념이 제안된 디지털 트윈은 초반에는 항공우주산업을 중심으로 적용되기 시작하였다. Grieves는 디지털 트윈의 주요 구성요소를 물리적 객체, 가상 객체, 물리적 객체와 가상 객체를 연결시키는 데이터 및 정보로 제시하였다. 물리적 객체 혹은 제품의 수명 예측, 신뢰성 향상, 품질 최적화, 유지관리 개선, 데이터 수집 및 융합을 위해 항공기, 발전소, 풍력타워, 원전구조물 등을 중심으로 디지털 트윈이 적용되고 있으며, 도로 및 교량과 같은 사회기반시설과 스마트시티에도 디지털 트

윈 도입이 다양하게 시도되고 있다. 2018년과 2019년에는 세계적인 기술 컨설팅 업체인 Gartner社²⁾가 디지털 트윈을 10개의 혁신적인 기술로 선정하였으며, 근시일 내로 수십조의 사물(things)에 디지털 트윈이 구축될 것으로 예상하였다. 최근에는 인공지능(AI), 기계학습(ML), 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 증강현실 및 가상현실 (Augmented Reality/Virtual Reality), 클라우드 등의 관련 기술 발전이 활발하게 이루어지고 있으며, 디지털 트윈과 융·복합되고 있다. 복잡도 혹은 성숙도에 따라 디지털 트윈은 다음과 같이 5단계로 분류할 수 있다³⁾:

- ❶ 묘사적인(Descriptive) 디지털 트윈(데이터의 수집 및 표출)
- ❷ 정보적인(Informative) 디지털 트윈(정보를 데이터로 변환하여 통찰력 확보)

- ❸ 예측적인(Predictive) 디지털 트윈(실시간 데이터를 활용하여 미래 상태 예측)
- ❹ 통합적인(Comprehensive) 디지털 트윈(1~3 단계를 종합하여 문제를 예방하고 개선된 결과 도출을 위한 개입[Intervention] 제안)
- ❺ 자율적이고 연결된(Autonomous & Connected) 디지털 트윈(AI, 기계학습 등을 이용하여 인간개입의 최소화)

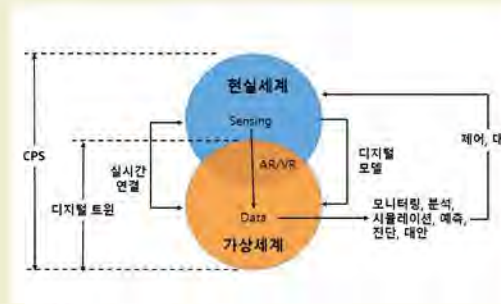


그림 1. 디지털 트윈 개념도

2. 사회기반시설의 디지털 트윈

도로, 철도, 댐과 같은 사회기반시설(SOC)의 설계부터 유지관리까지 생애주기 각 단계에 걸쳐 디지털 모델이나 디지털 트윈을 활용하기 위한 다양한 프로젝트가 진행되고 있다. 특히 SOC의 설계 및 건설을 위한 BIM(Building Information Modeling) 도입에 따라 3차원 디지털 모델이 구축되고, 유지관리 단계에서는 이들 디지털 모델을 이용할 경우 디지털 트윈의 구축이 용이한 장점이 갖고 있다. 그러나 BIM과 디지털 트윈은 다음과 같은 차별성⁴⁾을 갖고 있다.

BIM	디지털 트윈
정적 데이터	정적 및 동적 데이터
데이터로 구성	물리적인 객체의 거동을 설명하기 위한 데이터와 알고리즘 포함
네트워크 연결성 없음	네트워크 연결 가능
수동개입 없이는 갱신(Update) 불가	물리적인 객체와 상사적으로 연결되어있으며 갱신됨
실시간 운영 모니터링을 위한 고려 없음	실시간 데이터가 공급됨

사회기반시설의 디지털 트윈은 다음과 같이 각 생애주기 단계별로 구축 및 활용 가능하지만, 현재는 주로 운영 및 유지관리 단계에서의 활용에 초점이 맞추어져 있다.

- **설계** : 다양한 설계 모델(기본 설계, 경관 설계, 구조 설계 등)의 융합을 통해 설계 최적화, 자설계, 성능평가 및 장애 요인 사전 해결
- **건설** : 4D BIM 모델(3D 디지털모델+공정)과 실제 건설 현장과의 실시간 연동을 통해 효율적인 공정, 자재 및 장비관리와 안전 모니터링
- **유지관리** : 디지털 트윈 관련 연구개발이 가장 활발한 분야로, 설계 및 건설 관련 정보와 IoT를 활용한 실시간 데이터의 연동을 통해 시설물의 상태 파악 및 운영 최적화, 예방적 유지관리 가능. 설계 및 건설 BIM 모델이 없는 시설물은 DSM(Digital Surface Model)이나 역설계 등을 활용해 준공(As-built) 디지털 모델을 구축하여 유지관리 디지털 트윈으로 활용

1) Michael Grieves, "Origins of the Digital Twin Concept", Florida Institute of Technology, 2016

2) Gartner, "Top 10 Strategic Technology Trends for 2018", 2017. 10

3) Royal Institution of Chartered Surveyors, "Digital twins from design to handover of constructed assets", 2022

4) Mahmoodian, M., Shahrivar, F.; Setunge, S.; Mazaheri, S., "Development of Digital Twin for Intelligent Maintenance of Civil Infrastructure. Sustainability 2022, 14, 8664.

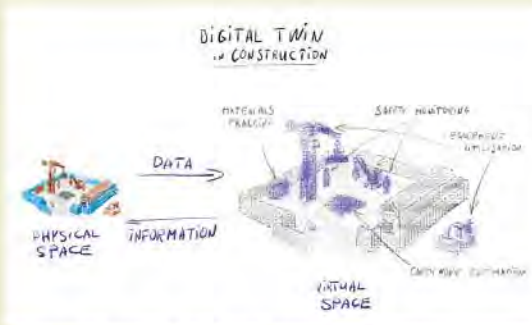


그림 2 건설 디지털 트윈 개념⁵⁾

3. 해외 동향

CAD 및 BIM 솔루션 업체인 미국의 Autodesk, Bentley 등은 시설물 및 건축물의 생애주기 관리에 디지털 트윈 적용 활성화를 위해 2020년에 Digital Twin Consortium⁶⁾을 조직했으며, 디지털 트윈 플랫폼(Autodesk Tandem, Bentley iTwin) 출시와 함께 IoT 센서를 통해 측정된 빅데이터 관리를 위해 Amazon, Microsoft 등의 클라우드 컴퓨팅 서비스 업체와 연계된 서비스를 제공하고 있다. BIM의 IFC(Industry Foundation Class) 기준을 관리하는 기구인 buildingSMART International(bSI)은 빌딩과 인프라 분야에 디지털 트윈의 적용 확대와 최적의 성과 도출을 모색하는 Digital Twin Working Group⁷⁾을 운영 중이다.

미국의 연방도로청(FHWA)은 2020년 11월에 발표한 향후의 6대 혁신과제⁸⁾ 중 하나로 시설물의 유지

관리 및 자산관리를 위해 디지털 트윈 구축을 선정하였다. Utah주 도로국(DOT)은 연방도로청의 예산 지원을 받아 디지털 기반으로 유지관리 시에 필요한 건설 관련 정보를 식별하기 위한 프로젝트를 시작하였다. 궁극적으로는 UDOT가 관리하는 각종 자산의 디지털 트윈을 구축하여 이력 정보와 현황 등을 관리하고 의사결정에 활용하는 것을 목적으로 하고 있다⁹⁾. 2021년 말에 통과된 미국의 인프라 투자법안(Infrastructure Investment and Jobs Act)은 디지털 건설 관리시스템과 기술개발 예산을 포함하고 있으며, 3D 모델링과 디지털 트윈 관련 기술 개발 분야에도 투자가 이루어질 것으로 예상된다¹⁰⁾. 영국은 University of Cambridge와 정부(Department of Business, Energy and Industrial Strategy)의 협업을 통해 사회기반시설과 건설 산업의 디지털 전환을 위한 National Digital Twin programme(NDTp)을 2018년부터 시작하였으며, 관련 전문가와 이해당사자들 간의 교류협력을 위한 Digital Twin Hub(digitaltwinhub.co.uk)를 운영 중이다. 런던의 대중교통과 주요 도로를 운영 중인 Transport for London(TfL)은 올해 1월부터 런던 지하철(London Underground)의 디지털 트윈 구축 프로젝트¹¹⁾를 시작하였다. 터널과 레일을 모니터링하고 지하철의 소음 수준, 열(heat) 수준, 탄소 배출 데이터를 수집하는 것을 주목적으로 하고 있다.

독일에서는 “SmartBRIDGE Hamburg”¹²⁾ 프로젝



그림 3 Köhlbrand Bridge 전경 (출처: HPA A&R & MKP GmbH*)

* <https://www.hamburg-port-authority.de/en/themenselen/the-new-koehlbrand-crossing>

트를 통해 Hamburg 항구에 위치한 Köhlbrand Bridge의 디지털 트윈이 2020년부터 운영되고 있다. Köhlbrand Bridge는 Hamburg 항구의 기능 유지에 필수적인 교량으로 1974년에 건설되었으며 사장교 구간(연장: 520m)을 포함하여 전체 길이는 3.6km이다. 교량이 노후화되고 교통량(36,000대/일)이 증가함에 따라 교량의 안전성을 실시간으로 확인하고 예방적(predictive) 유지

관리를 위해 준공(As-built) BIM 모델, 500여 개의 센서를 활용한 IoT 기반 모니터링 시스템, 점검 및 유지관리 데이터 등으로 구성된 디지털트윈이 구축되었다.

노르웨이의 공공도로청(Norway Public Road Administration, NPRA)은 80년 된 Stavå Bridge의 안전모니터링을 위해 디지털 트윈을 구축하였다. 2020년 4월에 Stavå Bridge에 설치된



그림 4 Köhlbrand Bridge 디지털 트윈 화면 (출처: smartBRIDGE Hamburg*)

* <https://future.hamburg/en/artikel/smartbridge-hamburg-communicative-bridge-tomorrow>

5) <https://www.intellectsoft.net/blog/advanced-imaging-algorithms-for-digital-twin-reconstruction>

6) <https://www.digitaltwinconsortium.org/>

7) buildingSMART International, "Enabling an Ecosystem of Digital Twins", 2020

8) <https://highways.dot.gov/newsroom/twa-announces-support-seven-innovations-nation-move>

9) Federal Highway Administration, Innovator, Issue 66, Vol. 15, FHWA-21-CA22, 2021

10) <https://www.constructiondive.com/news/construction-tech-praise-110-million-infrastructure-bill-push-for-more/610126/>

11) <https://www.newcivilengineer.com/latest/tfl-to-create-digital-twin-of-london-underground-to-monitor-track-and-tunnels-11-01-2022/>

12) Wener, M., Meyer-Westphal, M., Herbrud, M., Ullrich, C., "The Concept of Digital Twin to Revolutionize Infrastructure Maintenance: the Pilot Project smartBridge Hamburg", 27th ITS World Congress, Germany, 2021

디지털 트윈의 IoT 센서에서 기준치를 초과하는 값이 측정되어, 교량 차량을 통제하고 구조적인 손상을 발견한 사례가 있다¹³⁾.



그림 5. Slava Bridge 전경 및 디지털 트윈 (출처: NPRR)

4. 국내 동향

SOC의 건설 및 관리를 담당하는 국가기관, 지자체, 공공기관을 중심으로 디지털 트윈을 활성화하기 위한 연구개발과 시범 사업 등이 다양하게 진행되고 있다. 2021년 9월에 발표된 정부의 '디지털 트윈 활성화 전략'에 따르면 디지털 트윈은 디지털 전환을 위한 핵심 기술로 도시·산업 혁신, 안전 등 다양한 분야에 적용할 수 있으며, 정부 차원의 구체적이고 체계적인 발전 계획의 수립이 필요한 것으로 제시되어 있다. 국토교통부는 3D 지도 기반의 '디지털 트윈국토', '정밀도로지도' 구축 등의 디지털 트윈과 관련된 공간정보구축 사업을 추진 중이다. '디지털 트윈국토'는 실제와 동일한 가상 국토를 3차원 모델로 구현한 것을 의미하며, 1차 시범 사업을 완료하였으며 지자체를 대상으로 2차 시범 사업을 진행 중이다. 도로 관련 시범사업으로는 경북 울진군의 '디지털트윈 기반 해안도로 침하예측 시스템 구축'이 선정되었다. '정밀도로지도'는 자율

주행차가 자신의 위치, 경로 설정·변경, 도로·교통 규제 등을 미리 인지하도록 해주는 자율주행 기본 인프라를 의미한다. 2022년 9월에 발표된 국토교통부의 '모빌리티 혁신 로드맵'에서는 전국 주요 도로 및 도심지역을 대상으로 고정밀 도로지도를 단계적으로 구축하고, 터널·교량 등 시설물의 3차원 고정밀 입체지도 구축을 병행하여 디지털 트윈을 구현하는 방안을 제시하였다.

과학기술정보통신부 및 한국지능정보사회진흥원(NIA)에서는 '5G 기반 디지털트윈 공공선도 사업'의 일환으로 '디지털트윈 항만물류 플랫폼 구축사업'을 추진하였으며, 디지털트윈을 통한 공공시설물의 안전관리 실증을 위해 정부 및 지자체의 공공시설물을 대상으로 '5G 기반 디지털 트윈 시설물 안전 실증' 과제를 진행 중이다. 또한 디지털 트윈을 활용한 사회 기반시설의 운영 효율성 제고 및 안전 강화를 위한 '국가 인프라 지능정보화' 사업도 추진 중이다. 2023년 3월에는 케이블 교량을 대상으로 한 '2023년 기반시설 디지털 트윈 확산(대형 교량 안전 및 유지관리)' 사업을 발주하였으며, 2023년 말까지 교량 상태평가, 위험도 관리, 선제적 유지관리 등을 위한 디지털 트윈을 구축할 예정이다.

한국수자원공사는 물관리 및 댐과 관련된 디지털트윈 사업을 활발하게 추진 중이다. 댐과 하천의 실시간 기상 및 수문 데이터 등을 연계한 디지털트윈 기반의 물관리 플랫폼인 'Digital GARAM+' (디지털가람플러스)을 섬진강 유역 대상으로 시범 구축하였으며, 실시간 지능형 감시 및 드론 기반 안전 점검 기능이 탑재된 '스마트 댐 안전관리시스템'도 개발 중이다. 국토교통부로부터 디지털 트윈국토



그림 6. 서해대교 디지털 트윈 플랫폼

시범사업 관리기관으로 지정된 LX공사는 지자체 행정 정책 의사결정 지원을 위한 도시단위의 디지털트윈 플랫폼을 공개하였다. 이 플랫폼은 도시단위 디지털 트윈 모델을 활용해 3차원 지형분석 서비스, 실시간 건물 모니터링, 드론 비행 시뮬레이션 등의 기능이 있다.

한국도로공사에서도 다양하게 디지털 모델과 디지털 트윈을 활용하려는 시도가 이루어지고 있다. 디지털고속도로추진단은 '디지털 시범지사' 도입 추진 등의 고속도로 디지털화를 추진 중이며, '4차 산업기반 ICT 프로세스 및 기술로드맵'의 주요 실행과제로 디지털 트윈 기반 유지관리를 제시하였다. 실제처에서는 2020년부터 동광주~광산 고속도로 확장구간의 기존도로와 신설도로를 대상으로 BIM 기반 디지털모델 시범 구축사업을 수행하였다. 기존도로는 정밀도로지도를 기본으로 구조물의 역설계를 통해 디지털 모델을 구축하고 신설도로는 유지관리를 고려한 BIM 모델을 구축하는 것으로 추진되었다. ITS처에서는 서해대교를 대상으로 레이더검지기 기반의 디지털트윈

플랫폼을 구축하였으며, 이 플랫폼을 통해 교통상황을 모니터링하고 있다.

5. 시사점

실물 객체, 디지털 모델, 사물인터넷(IoT), AI 및 기계학습, 빅데이터의 융합을 통해 건설 및 유지관리 비용을 절감하고, 상태에 대한 이해도를 증진하는 것이 디지털 트윈의 기본적인 목적이다. 성공적인 디지털 트윈의 개발 및 활용을 위해서는 정확한 물리적 객체, 디지털 복제 혹은 모델, 실물 객체와 디지털 모델의 연결 시스템이 기본적으로 필요하다. 그러나 SOC 분야의 디지털 트윈 인식 및 활용 관련한 국내외 조사 결과¹⁴⁾에 따르면 실물 객체의 '디지털 모델'을 '디지털 트윈'으로 이해하는 경우도 많은 것으로 판단된다. 고도화된 디지털 트윈의 개발에 상당한 예산이 소요되는 것을 고려하여 도입 초기에는 중요 시설물의 유지관리 위주의 선도 실증 사업을 통하여 효율성 등을 검증하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

13) <https://news.ssp.com/2021/10/npra-bridge-distress-warning-iot-sensor>

14) Gaulam, B., "Adoption and Implementation of Digital Twin in the Construction Industry", University of Washington, 2022

자율주행시대에 대비한 디지털 도로의 추진현황 및 방향성

윤서연 | 국토연구원 스마트인프라연구센터장

1. 서론

자율주행은 모빌리티의 전동화와 함께 미래 도로교통에 발생할 가장 큰 변화로 여겨지고 있다. 완전 자율주행에 도달하기까지는 앞으로 시간이 소요되겠지만, 연속류 환경의 주행보조나 주행 전반에 있어 차간거리 유지, 충돌방지, 차로유지 등의 낮은 수준의 자율주행은 이미 폭넓게 적용되어 있다. 따라서 자동차의 주행에 있어 도로 인프라에 대한 정보가 매우 중요해지고 있으며, 도로 인프라 분야도 이러한 기술 발전에 부합하는 방향으로 변화를 모색해 나가고 있다.

본 기고에서는 국내 및 해외의 도로 인프라의 정보화를 위한 데이터 구축, 연구개발, 민간-공공 협력 등의 현황을 살펴보고, 안전한 자율주행환경을 제공하기 위해서 도로인프라 분야에서 추진하여야 할 사항을 진단해보고자 한다. 해외의 사례로는, 유럽의 자율주행 지원 수준을 활용한 도로분류, 일본의 정밀한 도로인프라 정보 구축 및 갱신, 미국의 자

율주행 분야 민간-공공 교류를 위한 심포지엄 개최를 살펴보고, 국내에서는 국토지리정보원의 정밀도로지도 구축, 연구개발 추진현황, 민간-공공 협의체 운영 현황 등을 살펴본 후, 향후 체계적인 추진방향에 대해 논의할 기회로 삼고자 한다.

2. 해외 사례

2.1 유럽 - 자율주행 지원수준 기준 도로분류 마련

유럽은 EU가 추진하는 INFRAMIX 프로젝트를 통해 유럽 공통 자율주행 지원 도로 기준인 ISAD(Infrastructure Support Levels for Automated Driving)에 대한 연구를 추진하고, 구체화를 진행 중이다. 이 프로젝트는 자율주행 전환기에 기존 자동차와 자율주행차의 공존을 지원할 수 있는 도로 인프라를 준비하는 것을 목표로 하고 있으며, 자율주행을 지원하는 인프라의 수준을 기존(현재) 인프라와 디지털화된 인프라로 나누어 세부 5단계로 제시하고 있다.

표 1. ISAD 단계별 구분

구분	단계	명칭	정의	인프라가 제공하는 정보			
				디지털 지도	VMS, 사고, 날씨 등	미시 교통상황	속도, 차간 거리, 차선 등
디지털 인프라	A	Cooperative driving	전체 교통류를 최적화하기 위하여, 차량 흐름의 실시간 정보를 기반으로 인프라가 자율주행차에 안내	○	○	○	○
	B	Cooperative perception	인프라가 자세한 교통상황을 인지하고 이를 실시간으로 자율주행차에게 제공 가능	○	○	○	
	C	Dynamic digital information	모든 동적/정적 인프라 정보가 디지털 형태로 자율주행차에게 제공 가능	○	○		
기존 인프라	D	Static digital information / Map support	교통표지판을 포함한 디지털 지도 정보를 이용가능. 신호등, 도로공사, VMS는 자율주행차가 스스로 인지해야 함	○			
	E	Conventional infrastructure / no AV support	디지털 정보가 없는 기존 인프라. 자율주행차는 도로기하구조, 도로표지 등 모든 정보를 스스로 인지해야 함				

자료: ERTRAC, 2019, Connected Automated Driving Roadmap, p.7 표를 저자가 정리

ISAD 분류 시스템은 <그림1> 왼쪽과 같이 연속된 네트워크 안에서도 도로 구간별로 물리적인 도로 시설과 디지털 인프라 수준을 평가하여 서로 다른 ISAD 수준을 부여할 수 있도록 하고 있으며, 이러한 분류를 현재의 오스트리아 도로에 적용하면 <그림1> 오른쪽과 같다. ISAD는 국가 단위가 아

니라 유럽 전체의 도로 인프라에 자율주행 지원을 기준으로 한 분류체계를 마련하고자 하는 프로젝트이므로 향후 다수 이해관계자의 논의에 의해 분류기준의 변화가 발생할 가능성이 있다. 하지만, 자율주행 지원 수준을 기준으로 한 분류기준을 마련하려는 노력은 충분히 참고할 만한 사항이다.

그림 1. ISAD 개념 도식화



자료: ERTRAC, 2019, Connected Automated Driving Roadmap, p. 8
Eihart et al. 2020, Infrastructure support for automated driving: Further enhancements on the ISAD classes in Austria, Proceedings of 8th Transport Research Arena 2020, April 27-30, 2020, Helsinki, Finland, p. 5.

현재 우리나라의 도로가 건설주체와 관리주체를 기준으로 분류되어 있어 동일한 분류 안에서도 도로의 물리적 시설 수준과 디지털화 수준이 균일하지 않음을 고려하면, 향후 “자율주행 지원 등급”과 같은 새로운 개념을 도입하여 현재의 도로 분류를 보완할 필요가 있다.

2.2 미국 - 민간과 공공이 참여하는 자율주행 심포지움 개최

전 세계 공통으로 자율주행 기술은 민간사를 중심으로 개발되고 있기 때문에, 기술발전이 가속화됨에 따라 공공이 대부분을 담당하는 도로 인프라의 기존 체계가 변화할 필요성이 있는지에 대한 탐색이 지속적으로 이루어지고 있다. 현재까지는 사람 운전자의 인지 체계를 대상으로 도로시설의 설계 및 유지관리가 이루어져 왔으나, 앞으로는 데이터 및 센서 기반의 자율주행에 있어 공공이 지원이 필요한 부분을 파악하고자 하는 것이다.

미국 연방교통국은 기존의 교통학회와는 별도로 자율주행에 대한 심포지움(Automated Road Transportation Symposium)을 매년 운영하면서 민간과 공공의 자율주행에 대한 이해의 간극

을 좁히고 있다. 토론에는 Waymo, Cruise, Uber, Ford, Here 등 다양한 분야의 자율주행 관련 민간사와 중앙 및 주정부의 의사결정자들이 모여 공개 토론회 및 사례발표를 진행하여, 심포지움 참석자를 대상으로 중요 이슈에 대한 논의를 확산할 수 있는 기회를 마련하고 있다.

2.3 일본 - 정밀도로와 동일한 방법으로 도로인프라 정보 구축

일본은 도로인프라의 디지털화와 관련하여 도로대장과 정밀도로지도를 동일한 방법으로 구축하도록 하고 있다는 점이 가장 참고할 만한 사항이다. 현재 대부분의 자율주행용 도로공간정보가 MMS(Mobile Mapping System)로 취득한 3차원 점군과 영상을 기반으로 구축되고 있는데, 일본의 도로법은 도로관리청의 도로관리 업무의 기본이 되는 도로대장을 이러한 MMS 데이터를 기반으로 구축할 수 있도록 하고 있다.

우리나라는 국토지리정보원에서 정밀도로지도를 고속국도, 국도, 지방도를 중심으로 구축·갱신할 계획에 있으며, 도로대장은 아직 데이터의 정밀화 및 표준화가 더딘 것을 고려하면, 두 데이터 간 데

- 「도로법」 및 「도로법시행규칙」: 도로관리청이 도로대장을 작성·신속수정·공개할 것을 의무화
- 「도로법시행규칙」: 도로대장의 도면은 1:1000 이상의 고해상도 데이터를 사용하도록 규정
- 「지방교부세법」: 도로, 교량의 유지보수와 관련한 토목비용의 산정을 각 지자체가 관리하는 도로대장(도로연장, 도로면적)에 근거하도록 규정
- 「공공측량직업규정준칙」: MMS 데이터를 사용하여 1:1000, 1:500 수치지형도를 작성할 수 있는 기준 제공
- 「이동식 도면화 시스템(MMS)을 이용한 3차원 점군(Point cloud) 측량 매뉴얼(안)」: 발주처의 요구사항에 부합하는 MMS 측량을 실시할 수 있는 구체적인 방안 제공
- 각 도로관리청은 행정망 상에서 민간이 제공하는 도로관리시스템을 활용

(일본사례 : 도로대장-정밀도로지도 간 원천데이터 공유 및 신속한 갱신을 위한 법제도적 사항)

이터 순환체계를 구축하여 상호 데이터 구축·갱신비용 효율화를 도모하고 데이터 효용을 높이는 방안을 고려할 필요가 있다.

를 구축하는 것을 목표로 민간과 공공의 협력체계를 마련하였으며, 한국판 뉴딜 종합계획(2020)에서는 공공이 먼저 국도와 4차로 이상 지방도에 대해 정밀도로지도를 구축 배포하는 것으로 결정하였다. 이러한 계획에 따라 2022년까지 고속국도와 일반국도에 대한 정밀도로지도 구축을 완료하였으며, 향후 구축지역을 확대해나갈 예정이다. 이처럼 구축 물량이 늘어남에 따라 늘어나는 갱신비용을 절감할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있으며, 민간과의 협력을 통해 해결 방안을 찾으려는 노력이 이루어지고 있다.

3. 국내 추진현황

3.1 국토지리정보원 정밀도로지도 구축

국토지리정보원은 2015년부터 자율주행 상용화 지원을 위해 정밀도로지도 구축하여 무료로 배포하고 있다. 미래차산업발전전략(2019)에서는 2030년 전국 도로 11만km에 대한 정밀도로지도

그림 2. 2022년 Automated Road Transportation Symposium

자율주행 공공정책에 대한 민간사 대표 토론



자료: 저자 촬영

자율주행차-인프라 협력추진에 대한 토론



표 2. 국토지리정보원 정밀도로지도 구축 계획

구분	고속국도	일반국도	지방도 총	구축 대상(노선/구간)
'15~'20년	5,664	278	825	시험운영 구간, C-ITS 구간, 고속국도
2021년	131	13,093	662	일반국도(수도, 강원, 전라, 경상), C-ITS 구간, 시범지구 등
2022년	862	2,864	2,385	일반국도(충청), 시범지구, 고속국도 연결도로
2023년			3,421	특별광역시도(서울, 경기, 인천), 지방도(4차로 이상)
2024년			5,551	특별광역시도(대전, 대구, 세종, 충청, 경상), 지방도(4차로 이상)
2025년			5,868	특별광역시도(부산, 울산, 광주, 경상, 전라), 지방도(4차로 이상)
2026년			13,799	지방도(완료)
2027년			13,799	기타 지방도
계	6,657	16,235	46,310	

자료: 국토지리정보원

3.2 자율주행 R&D 추진현황

국내 자율주행 R&D는 '자율주행기술개발혁신사업'이라는 이름으로 2021년부터 2027년까지 총 11조 원을 투입하여 추진되고 있다. Lv.4+ 자율주행차 상용화의 기반을 완성하는 것을 목표로 하고 있으며, 산업부, 과기부, 국토부, 경찰청 4개 기관을 중심으로 연구기관, 협회, 학교, 민간사 등이 참여하여 기술개발을 추진하고 있다. 사업 추진분야는 ①차량융합 신기술 ②ICT융합 신기술 ③도로교통 융

합 신기술 ④자율주행 서비스 ⑤자율주행 생태계이며, '디지털 도로'의 세분화된 분야는 국토교통부와 경찰청 주관으로 '도로교통 융합 신기술' 아래 세부 기술개발과제를 통해 개발되고 있다. 2023년은 각 과제가 3년차 혹은 1년차 개발 단계로, 향후에는 각 기술이 실제 도로 환경에서 어떻게 통합되어 적용될 것이며, 어떠한 우선순위로 해당 기술을 확산해나갈 것인지에 대한 계획이 필요하다.

표 3. 도로교통 융합 신기술 세부분야별 과제

중점분야	세부 기술개발과제	수행여부
자율주행 Lv.4 대응 도로 인프라 기술	클라우드 소싱 기반의 디지털 도로·교통 인프라 융합 플랫폼 기술 개발	수행 중
	인프라 센서 기반의 도로 상황 인지 고도화 기술 개발	수행 중
	자율협력주행을 위한 미래도로 설계 및 실증 기술 개발	수행 중
자율주행 Lv.4 대응 교통안전 인프라 기술	Lv.4 대응 교통안전 인프라 표준 및 평가기술 개발	수행 중
	Lv.4 자율협력주행 대응 교통객체 인지고도화 및 악조건 해소기술 개발	수행 중
	실시간 교통안전시설 운용을 위한 인프라 정보 융합 및 관리 기술 개발	수행 중
자율주행 Lv.4 대응 주행 가이드선스 기술	인프라 가이드선스를 통한 자율차 실도로 주행지원 기술 개발	'23년 예정
	자율차-일반차 혼재 상황 대비 AI기반 자기친화형 교통운영 최적화 기술 개발	'23년 예정
자율주행 Lv.4 대응 융합 교통운영관리 기술	돌발상황 및 재난 발생 시 도로교통 네트워크 통제를 위한 현장제어 기술 개발	수행 중
	자율주행시스템 수집 빅데이터를 활용한 교통관리 및 운영용 Digital Twin 시스템 개발	수행 중
Lv.4 기반 도로교통 정보 융합 기술	자율주행 혼재 시 도로교통 통합관리시스템 및 운영기술 개발	수행 중
	협력적 교통제어전략 도입을 위한 교통정보 음영구간 정보생성 및 운영관리 기술개발	수행 중
	네트워크 제어를 위한 교통정체 및 혼잡 운영관리 기술 개발	수행 중
자율주행 Lv.4 융합 실증 기술	도로교통 융합 기술 평가를 위한 시뮬레이터 기반 범용적 가상시험환경 플랫폼 기술 개발 및 구축	'23년 예정
	Lv.4 자율주행 차량 테스트베드 환경 구축	수행 중
	자율주행 리빙랩 실증환경 운영 및 서비스를 통한 사업모델 개발	'23년 예정

자료: <http://kadi.kr/>

3.3 민간-공공 협의체 운영 현황

도로인프라의 디지털화 정책의 추진에는 자율주행을 개발 중인 민간의 요구사항이 반영되어야 하고, 공공에서 해결하기 어려운 기술적인 부분은 민간의 협조를 얻을 필요가 있어 민간-공공 협의체가 운영 중이다. 앞서 언급한 대로 정밀도로지도의 구축·갱신을 효율화하기 위해 민간-공공의 협력이 지속되어 왔으며, 해당 협력관계는 국토교통부 모빌리티자동차국과 국토지리정보원을 주축으로 다양한 민간사가 참여한 '자율주행 맵 포럼'이라는 이름으로 2022년 9월부터 새롭게 추진되고 있다. 국토교통부 도로국은 인프라 계획과 관리 업무를 자율주행 시대에 걸맞게 재구성하고자 민간과의 간담회를 개최하고, '도로인프라 디지털화 TF'를 운영하는 등의 활동을 지속하고 있다. 이러한 논의를 통해, 자율주행 시대의 도로인프라라는 물리적 인프라뿐 아니라 디지털 인프라도 중요하므로 도로인프라의 관리가 디지털 영역까지 확장되어야 한다는 점과, 민간의 안정적인 자율주행기술 개발 및 운영을 위해서는 도로의 변화정보를 빠르고 효율적으로 파악할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위해서는 도로인프라 관리자의 역할이 필요하다는 점에 대한 공통적인 이해가 형성

되고 있다. 민간은 그간 도로정보 구축, 변화탐지 등을 효율화할 수 있는 기술을 축적해왔으며, 공공은 이를 활용하여 인프라 관리데이터를 개선하고 도로변경정보의 신뢰성을 향상할 필요가 있다는 논의가 이루어졌다.

4. 자율주행시대에 대비한 디지털 도로 추진 방향

자율주행 시대를 대비하여 도로 인프라 분야에서 추진되고 있는 사항을 해외 자동차 분야 기술 선도국과 우리나라 간 비교해보았을 때, 그 방식과 구체화 단계는 차이가 있지만 방향성 및 이해도에 있어서는 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다. 다만, 분야별 혹은 부처별로 분산되어 추진되고 있는 사항을 종합하고 세부 기술로 개발되고 있는 사항을 하나의 틀로 정리하여 도로체계에 안착시킬 방안이 필요하다. 이에 대해 '데이터 공유 및 민-관 협력을 통한 도로인프라 디지털화', '자율주행 지원 도로등급 및 등급별 업무기준 마련', '자율주행 지원 도로등급에 기반한 자율주행 인프라 구축계획 수립'을 큰 방향으로 제시하고 본고를 마무리하고자 한다.



국토교통부 도로국-민간사 간담회 개최(2022. 7. 8)



자율주행 맵 포럼(2022. 9. 20)

4.1 데이터 공유 및 민-관 협력을 통한 도로인프라 디지털화

앞서 제시한 바와 같이 자율주행을 위해 필요한 정밀도로지도는 향후 갱신 비용 절감이 큰 과제로 남아 있으며, 이 부분은 민간과의 협력에 의해 해결하려는 노력이 지속되고 있다. 민간과 공공이 빠르게 공유하여 활용할 수 있는 원천 데이터는 최신 점군 데이터와 도로 변경정보이며, 이를 중심으로 정밀도로지도, 디지털 도로(도로대장)를 연계하고, 변화정보를 공유하면 상호 효율성을 추구할 수 있을 것이다. 이 중 도로관리자가 생산할 수 있는 도로 변경정보와 변경 예정정보는 민간과 공공의 갱신비용 절감 및 정보의 실시간성 제고에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 향후, 관련 민간사 다수 포함된 공공-민간 협의체인 「자율주행 맵포럼」과 국토교통부 도로국에서 운영 중인 「도로인프라

라 디지털화 TF」의 논의를 통해 데이터 거버넌스 체계가 구체화되어야 할 것이다.

4.2 자율주행 지원 도로등급 및 등급별 업무기준 마련

최근 상용화가 허용된 3단계 자율주행에서부터 높은 수준의 자율주행까지 지원할 수 있는 인프라 마련을 위해서는 물리적 시설, 디지털 인프라(정밀도로지도, 정보제공 수준, 통신 등)의 수준을 반영한 자율주행 지원 도로등급을 마련하고, 적합한 도로 관리기준을 준수하도록 규정할 필요가 있다. 이러한 기준은 현재 추진되고 있는 R&D의 결과를 종합하여 그 기반을 마련할 수 있을 것이며, 실 도로망에 적용하는 과정을 거쳐 정교화할 필요가 있다. 이후 전국의 도로관리청에서 동일한 기준이 적용할 수 있도록 제도화하는 노력이 필요하며, 이 중 도

로대장 구축에 대해서는 일본의 사례를 참고할 수 있을 것이다.

4.3 자율주행 지원 도로등급에 기반한 자율주행 인프라 구축계획 수립

자율주행 인프라를 점진적으로 확대 구축하기 위해서는 현 도로체계를 자율주행 지원 도로등급으로 재분류하여 자율주행 지원 도로인프라 계획을

수립하여야 한다. 도로 구간별로 자율주행 지원 등급을 평가하고, 자율주행 지원 도로 목표등급 및 지원 시점을 설정하면, 도로인프라의 수준을 계획적으로 높여나갈 수 있다. 또한 구간별 자율주행 지원 도로등급을 집계하여 자율주행 지원 도로인프라 구축의 총량적 계획을 수립하고, 자율주행 인프라 구축의 물량 산정 및 예산 마련의 근거로써 활용할 수 있을 것이다. 🇰🇷

그림 3 자율주행 지원수준 평가 및 구축계획 수립



출처: 윤서연 외, 2019, 자율주행시대에 대응한 도로관리체계 연구, p. 84 재편집



정책과 기술 01

도로안전 제고를 위한 첨단안전장치 활용방안

- 전세버스를 중심으로 -

이문영 | 한국교통안전공단 본부장
김주영 | 한국교통안전공단 연구위원
박지원 | 한국교통안전공단 대리
김민경 | 한국교통안전공단 연구원

1. 서론

도로에서 발생하는 교통사고 예방을 위한 광의적 전략으로 5가지 정책을 의미하는 '5E'이론이 있다. 교통안전과 관련된 전략인 '5E'는 교육(Education), 엔지니어링(Engineering), 참여(Engagement), 단속(Enforcement), 평가(Evaluation)를 말한다. '5E'의 세부 내용들은 수많은 도로교통 안전정책과 각종 도로설계 기준, 도로구조물 건설기술과 자동차 안전기술 등에 다양하게 적용되고 있다. 특히, 엔지니어링 분야에서는 도로의 설계기준 강화, 운전자의 인지향상을 위한 도로안전시설물 설치, 첨단 IT기술을 접목한 ITS(지능형교통체계) 도입, 자율주행 등 첨단자동차 기술개발에 집중되고 있다. 한편, 자동차 운전 중에 있어서는 운전자와 탑승객을 보호하고, 위험상황 발생 시 탑승객의 피해를 최소화하는 것은 매우 중요하고도 필수적인 사항이지만, 10여 년 전까지만 해도 차량 내 안전장치와 관련하여 안전벨트, 에어백, 브레이크 잠김방지 시스템(ABS, Anti lock Brake System), 전자식 차체

제어(ESC, Electronic Stability Control) 등 보조적 기술수준에 머물렀다. 그러나 최근에는 교통사고 등 도로 위에서 위험상황이 발생되기 전에 차량에 설치된 센서가 위험을 미리 감지하고, 위험상황을 벗어날 수 있도록 운전자를 도와주는 기술·장치가 개발되어 차량에 장착되고 있다.

차량에 장착되는 첨단 운전자 보조장치(ADAS, Advanced Driver Assistance System)는 운전자가 도로주행 중 발생할 수 있는 수많은 도로위험상황에서 차량이 스스로 위험상황을 인지하고 판단하여, 운전자에게 알림, 경고를 제공하거나 차량의 컨트롤을 담당하는 기계장치를 제어하는 시스템을 의미한다. 이러한 운전자 보조장치에는 전방 충돌방지 보조장치(FCA), 차로이탈경고장치(LDWS), 안전 하차 보조장치(SCA), 운전자 졸음·부주의 경고장치(DMS), 후측방 모니터장치(BVM), 차로 유지 보조장치(LFA), 사각지대 감지장치(BSD) 등 매우 다양하며 새로운 기술·장치가 지속적으로 개발·장착되고 있다.

미국 고속도로안전보험협회(IIHS, Insurance

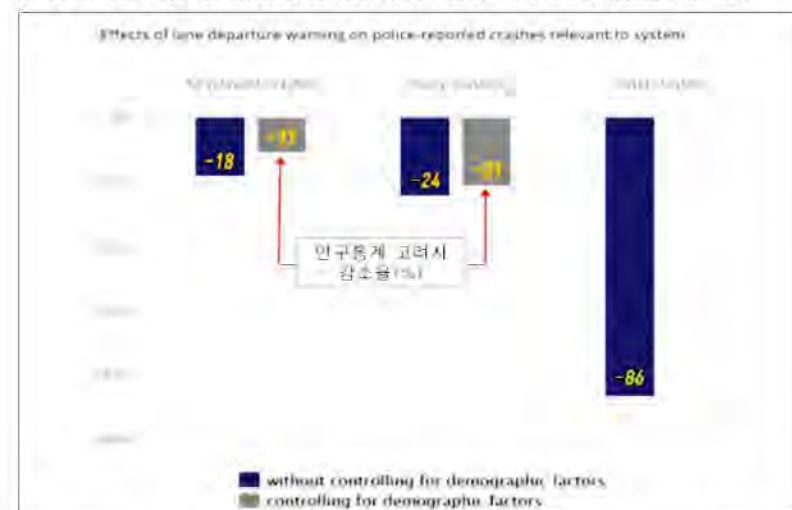
Institute for Highway Safety)에 따르면, 첨단 운전자 보조장치(ADAS) 중 전방 충돌방지 보조장치(FCA)의 경우 도로에서 발생하는 자동차 교통사고를 41%까지 줄일 수 있으며, 차로이탈경고장치(LDWS)를 탑재한 차량은 충돌사고의 11%, 충돌사고로 발생하는 부상을 21% 감소시킬 수 있는 것으로 보고하였다. 미국 BCG(The Boston Consulting Group)는 차로이탈경고장치(LDWS)가 차량충돌사고의 약 28%를 예방하는 효과를 갖는 것으로 발표하였다. 유럽연합(EU)에서도 차로이탈경고장치 장착 후 유럽연합(EU)내 27개국에서 사망자가 12% 감소하였으며, 미국 도로교통안전국(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)은 전방 충돌방지 보조장치(FCA)가 대형차의 추돌사고를 21% 감소시킨다고 보고하였다. <그림 1>에서 보는 바와 같이, 관련 연구 결과에 따르면 차로이탈경고장치 장착에 따라 일반 교통사고는 11% 감소하였고 인명피해를 동반한 교

통사고는 21% 감소한 것으로 나타났다.

이처럼 자동차 운전 중에 있어 운전자와 탑승객을 보호하는 첨단 운전자 보조장치의 장착은 꾸준히 늘어나고 있다. 이러한 보조장치의 효과 또한 매우 좋아 도로상의 교통사고로 인한 피해를 최소화할 수 있는 것은 매우 반가운 일이다.

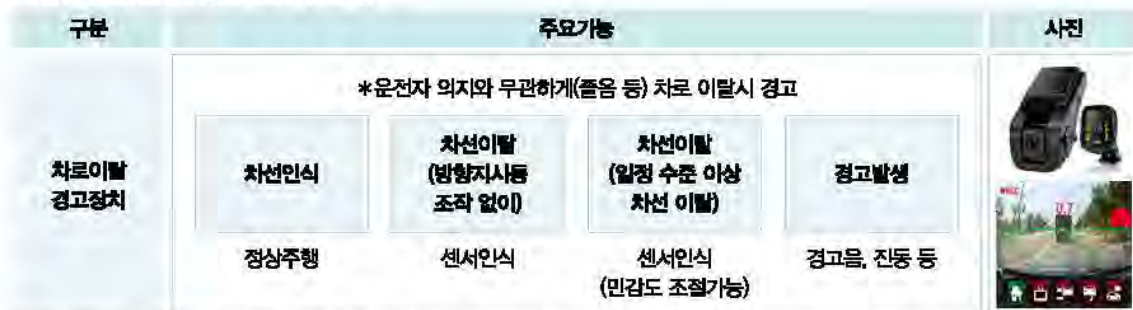
이러한 추세에 발맞추어 우리나라도 2017년 1월, 버스 운전자 졸음운전사고 예방을 위해 차량길이 11미터 초과되는 승합차(버스)와 총중량 20톤 초과되는 화물·특수자동차에 대해 <그림 2>와 같은 기능을 가진 차로이탈경고장치 장착 의무화를 추진(교통안전법 개정)하였고, 이후 2018년 7월 교통안전법 시행규칙 제30조의2(차로이탈경고장치의 장착) 개정에 따라 차량길이 9미터 이상의 승합자동차와 총 중량 20톤 이상의 화물자동차, 특수자동차에 대해 의무 장착토록 확대하였다. 이후, 2019년 1월에는 교통안전법 시행규칙 개정을 통해 특수용도형 화물차(사료운반트럭, 원바디 트럭 등)와 특수차

<그림 1> 차로이탈경고장치(LDWS) 장착유무에 따른 충돌사고와 탑승자 부상정도 감소율



자료) Jessica B Cicchini(2018), "Effects of lane departure warning on police-reported crash rates"

〈그림 2〉 차로이탈경고장치(LDWS) 주요기능



자료 : 국토교통부 언론보도 배포자료(2019. 11)

(구난형, 고소작업차 등)인 사업용 차량에도 차로 이탈경고장치를 의무 장착토록 대상을 추가하였다. 특히, 2019년부터 자동차 제조사에서 완성차 출고 시 차로이탈경고장치(LDWS)를 기본 장착하고 있다. 이에 따라 차로이탈경고장치 미장착 차량에 대해서는 2020년 1월부터 위반 횟수에 따라 최소 50만 원에서 최대 150만원까지 과태료처분(미장착 적발시 1차 : 50만 원, 2차 : 100만 원, 3차 : 150만 원)을 적용하고 있다.

전세버스에 부착된 안전장치 중에는 차로이탈경고장치, 디지털운행기록장치가 있다. 디지털운행기록장치(DTG, Digital Tacho Graph)는 자동차의 운행정보를 실시간으로 저장하여 시시각각 변화하는 운행상황을 자동적으로 기록할 수 있는 운행

기록장치로 자동차의 순간속도, 분당 엔진회전수(RPM), 브레이크 신호, GPS, 방위각, 가속도 등의 운행기록 자료를 실시간으로 분석하여 운전자의 과속, 급감속 등의 운전습관, 특히 위험운전으로 볼 수 있는 11가지 운전행동을 파악할 수 있다. 디지털 운행기록장치 설치로 인한 효과는 운전자의 위험운전횟수가 최고 31.4%까지 감소하는 것으로 보고되고 있다.

정부차원에서 2016년부터 적극적으로 보급·설치하고 있는 차로이탈경고장치를 포함한 첨단안전장치에 대하여, 첨단안전장치의 단순한 설치·운용단계에서 벗어나 이제는 첨단안전장치의 모니터링 관제를 통한 교통안전 관리가 필요한 시점임을 본 기고에서 검토하고자 한다.

〈표 1〉 디지털운행기록장치를 통한 11대 위험운전행동 기준

구분			위험운전행동 판별기준
과속 유형	과속	택시	도로 제한속도보다 20km/h 초과 운행한 경우
		버스	도로 제한속도보다 20km/h 초과 운행한 경우
		화물차	도로 제한속도보다 20km/h 초과 운행한 경우
	장기 과속	택시	도로제한속도보다20km/h 초과해서 3분이상 운행한 경우
		버스	도로제한속도보다20km/h 초과해서 3분이상 운행한 경우
		화물차	도로제한속도보다20km/h 초과해서 3분이상 운행한 경우

구분			변경	
급가속 유형	급가속	택시	10km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 12km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 10km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 초과	6.0km/h이상 속도에서 초당 8km/h이상 가속 운행한 경우
		버스	10km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 8km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 7km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 초과	6.0km/h이상 속도에서 초당 6km/h이상 가속 운행한 경우
		화물차	10km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 7km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 이하	6.0km/h이상 속도에서 초당 6km/h이상 가속 운행한 경우
			20km/h 초과	6.0km/h이상 속도에서 초당 5km/h이상 가속 운행한 경우
급감속 유형	급감속	택시	5.0km/h 이하	5.0km/h 이하 속도에서 출발하여 초당 10km/h이상 가속 운행한 경우
			5.0km/h 이하	5.0km/h 이하 속도에서 출발하여 초당 8km/h 이상 가속 운행한 경우
			5.0km/h 이하	5.0km/h 이하 속도에서 출발하여 초당 6km/h 이상 가속 운행한 경우
		버스	30km/h 이하	초당 14km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상 인 경우
			50km/h 이하	초당 15km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상 인 경우
			50km/h 초과	초당 15km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상 인 경우
급차로 변경 유형 (초당 회전각)	급차로 변경	화물차	30km/h 이하	초당 9km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상 인 경우
			50km/h 이하	초당 10km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상인 경우
			50km/h 초과	초당 12km/h이상 감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상인 경우
		화물차	초당 8km/h 이상	감속 운행하고 속도가 6.0km/h 이상인 경우
			초당 14km/h 이상	감속하여 속도가 5.0km/h 이하가 된 경우
			초당 9km/h 이상	감속하여 속도가 5.0km/h 이하가 된 경우
급회전 유형 (누적 회전각)	급회전	화물차	초당 8km/h 이상	감속하여 속도가 5.0km/h 이하가 된 경우
			속도가 30km/h 이상에서 진행 방향이 좌/우측 10°/sec 이상으로 차로 변경하고, 5초동안 누적각도가 ±2°/sec 이하, 가감속이 초당 ±2km/h 이하인 경우	
			속도가 30km/h 이상에서 진행 방향이 좌/우측 8°/sec 이상으로 차로 변경하고, 5초동안 누적각도가 ±2°/sec 이하, 가감속이 초당 ±2km/h 이하인 경우	
		화물차	속도가 30km/h 이상에서 진행 방향이 좌/우측 6°/sec 이상으로 차로 변경하고, 5초동안 누적각도가 ±2°/sec 이하, 가감속이 초당 ±2km/h 이하인 경우	
			속도가 30km/h 이상에서 진행 방향이 좌/우측 10°/sec 이상으로 차로 변경하고, 5초동안 누적각도가 ±2°/sec 이하, 가속이 초당 3km/h 이상인 경우	
			속도가 30km/h 이상에서 진행 방향이 좌/우측 8°/sec 이상으로 차로 변경하고, 5초동안 누적각도가 ±2°/sec 이하, 가속이 초당 3km/h 이상인 경우	
급회전 유형 (누적 회전각)	급회전	화물차	속도가 30km/h 이상이고, 2초안에 좌/우측(누적회전각이 60°~180° 미만범위)로 급회전하는 경우	
			속도가 25km/h이상이고, 3초안에 좌/우측(누적회전각이 60°~160° 미만범위)로 급회전하는 경우	
			속도가 20km/h이상이고, 3초안에 좌/우측(누적회전각이 60°~160° 미만범위)로 급회전하는 경우	
		화물차	속도가 25km/h이상이고, 4초안에 좌측또는우측 (160°~180° 범위)으로 운행한 경우	
			속도가 20km/h이상이고, 6초안에 좌측또는우측 (160°~180° 범위)으로 운행한 경우	
			속도가 15km/h이상이고, 6초안에 좌측또는우측 (160°~180° 범위)으로 운행한 경우	

주) 한국교통안전공단 내부자료

2. 전세버스 교통사고 발생동계

〈표 2〉와 〈표 3〉을 살펴보면, 전세버스 교통사고 발생건수가 2017년 1,053건에서 2019년 1,272건, 2020년 661건, 2021년 767건으로 최근 5년 사이에 약 27%가 감소하였으며 이에 따라 전세버스 교통사고 사망자도 지속적으로 감소하고 있다. 전체 교통사고 건수대비 전세버스 사고건수는 2017년 0.49%에서 2021년 0.38%로 감소하였고, 전세버스

교통사고 사망자 또한 2017년 32명(약 0.76% 차지)에서 2021년 17명(약 0.58% 차지)으로 감소하였다. 이는 교통사고감소를 위해 정부, 교통안전 유관기관을 중심으로 첨단안전장치 보급 등 다양한 교통안전 정책을 펼친 결과로 볼 수 있다. 최근 코로나 19로 인해 감소한 차량교통량이 다시 이전 수준으로 회복되고 있으며, 사회적 거리두기가 전면 해제되면서 전세버스에 대한 수요도 다시 증가하고 있는 실정이다.

〈표 2〉 전세버스 교통사고 발생건수

구분		2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
발생건수 (건)	전체	216,335	217,148	229,600	209,654	203,130
	전세버스	1,053	1,151	1,272	661	767
비율(%)		0.49	0.53	0.55	0.32	0.38

〈표 3〉 사업용 자동차의 교통사고 사망자수

구분			2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
사업용 자동차	화물차		241	207	177	176	205
	버스	노선	147	115	90	68	63
		전세	32	26	21	23	17
	택시		187	187	152	100	91
	렌터카		116	105	82	96	86
	위험물운송		6	4	2	1	2
	소계		729	644	524	464	464

3. 전세버스 안전장치 운영현황과 문제점

3.1 차로이탈경고장치

2022년 6월말 기준으로 우리나라 전세버스 회사 총 1,561개 중 1,022개 전세버스 회사자료를 조사·분석한 결과, 보유하고 있는 대형차량 중 차로이탈 경고장치를 장착한 비율은 약 94.6%로 나타났다. 〈그림 3〉에서 보듯이 57.8%인 591개 회사가 모든

보유차량에 장착을 완료하였고 91.7%의 회사는 보유차량의 70% 이상 장착을 완료한 것으로 나타났다. 일부 지자체의 경우에는 장착율이 99%에 이르기도 하였으나, 장치 장착 이후 전세버스 차량의 차량만료에 따른 전세버스 대차, 차량의 양도양수, 보조금 지급(2018~2019년, 총 15만대, 국비·지방비 보조)종료 등에 따른 변동이 발생된 것으로 보인다. 다만, 조사시점에 차로이탈경고장치가 부착되어 있

〈그림 3〉 전세버스 차로이탈경고장치 장착비율



주1) 한국교통안전공단 내부자료(2022. 6)

주2) 차로이탈경고장치가 장착되었으나 장착중빙을 확인할 수 없는 경우는 제외함

으나, 확인되지 못한 경우가 있어 실제 도로 상에서 운행되는 차량의 경우 장착비율은 더 높을 것으로 예상된다.

정부주도로 2017년부터 추진해온 차로이탈경고장치 보급·장착사업을 현 시점에서 살펴보면, 장착비율은 높고 단속도 진행 중이지만 그동안 장착을 증가에 따른 교통안전정책의 변화 없이 차량내부에 단독형(stand alone)으로 부착되다 보니 몇 가지 중요한 문제점들이 발생되고 있다.

예컨대 일부 운전자들은 운행의 편리함, 첨단안전 장치의 경고음이 거슬린다는 이유로 해당 기능을 끄는 경우가 종종 발생(구형모델의 경우, 경고II기 스위치 옵션 기능제공이나 전원공급 전선 빼기 등)하고, 운행 중 발생하는 차로이탈 경고에 대해 무시(소리경고 볼륨을 최소화하고 지속적인 경고에도 불구하고 경고가 울리는 상태로 일정시간 연속운행)하거나, 장치불법 해제·개조·조작을 통한 알림 강제II기 등이 발생되어 관리·관제가 어려운 실정이다. 현재는 경찰·자동차안전단속원·운행제한단속원의 단속과 자동차 종합검사, 지자체의 차량일제점검 시 장치의 설치여부와 설치상태를 검사하여 장치의 정상작동여부에 대한 확인이 가능한 실정이

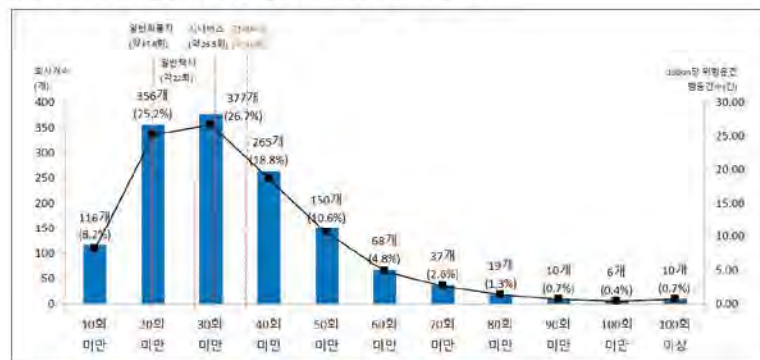
다. 이러한 상황에서도 지속적으로 차로이탈경고장치 보급·설치를 확대해 나가고 있는데, 이는 앞서 서론에서 살펴 본 바와 같이 이러한 첨단안전장치가 도로상의 교통안전을 확보하는 효과가 크기 때문이다.

3.2 디지털운행기록장치

2022년 상반기 기준으로 영업 중인 전세버스 회사 1,414개를 대상으로 디지털운행기록장치 운행자료를 분석한 결과는 〈그림 4〉에서 보듯이, 단위주행거리(100km)당 위험운전행동 발생건수는 약 31회로 나타났다. 이러한 수치는 일반화물차 약 15.6회, 개별화물차 약 23회, 시내버스 약 26.5회, 일반택시 약 22회, 개인택시 약 18.1회와 비교하여 100km 주행 당 약 4.5~15.4회 높은 수준이다.

전세버스 100km당 위험운전행동건수는 20회 이상 30회 미만에서 26.7%(377개 회사)로 가장 높았고, 10회 이상 20회 미만이 25.2%(356개 회사), 30회 이상 40회 미만이 18.8%(265개 회사) 순으로 나타나, 운전자와 탑승객을 위한 안전장치 장착에도 불구하고 교통사고로 이어질 수 있는 위험운행이 다소 상존하고 있다.

〈그림 4〉 전세버스 100km 주행당 위험운전행동 발생비율



주) 한국교통안전공단 내부자료(2022. 6)

디지털운행기록장치의 의무장착 대상차량은 교통안전법 제55조에 따라 버스·택시 등 여객자동차, 화물차(1톤 이하의 화물자동차·특수자동차 제외), 어린이 통학버사이며, 수집·저장자료의 의무제출은 노선이 정해진 버스(시내버스, 시외버스, 농어촌버스, 고속버스, 마을버스)로 정하고 있으나, 최근에 장착되는 디지털운행기록장치는 통신기능이 탑재되어 수집·저장자료가 실시간으로 자동 제출되고 있다. 차로이탈경고장치가 단독형(stand alone)으로 설치되고 운전자에게 경고하는 수준에 머무르는 것과 달리 디지털운행기록장치는 운행자료 데이터가 데이터베이스에 저장되어 차량 모니터링 및

운전자 관리가 가능하다. 이에 따라 전세버스 회사에서는 〈그림 5〉에서 보듯이 보유차량에 대한 운행속도 기반의 궤적분석, 위험운전 행동분석, 위험운전 다발지점 등을 모니터링하여 도로교통안전도를 향상시키고 있다.

4. 결론

가까운 미래에 첨단안전장치가 부착된 자동차뿐만 아니라, 자동차가 자율주행하는 모습을 도로에서 보게 될 것이다. 그러나 현 시점에서는 각종 첨단안전장치를 부착한 차량과 운전자를 관리하여 도로상

에서 발생할 수 있는 교통사고 위험을 최소화하는 기술이 요구된다.

전세버스의 경우, 디지털 운행기록장치는 운행자료의 데이터베이스(DB)화가 진행되어 관제·모니터링이 가능하지만 차로이탈경고장치는 단독형(stand alone)으로 설치되고 운전자에게 단순경고하는 수준에 머무르고 있는 실정이다. 그러나 자동차제조사에서 운영하는 차량관제센터의 경우, 자동차 운행자료의 데이터베이스(DB)화를 통해 주행상황을 모니터링·사고예방을 하고 있으며, 영상정보와 인공지능(AI)기술을 접목하여 예측하는 단계로 발전을 꾀하고 있다.

도로안전도 향상을 위해 전세버스를 포함한 모든 차량에 첨단 안전장치가 장착되도록 자동차제조사와 정부에서 지속적인 지원이 요구된다. 이와 함께 첨단 안전장치에서 실시간 운행정보 데이터를 수집하고 데이터베이스화하여 자동차 주행상황을 모니터링하고 분석·관리하는 방안이 필요하다.

〈그림 6〉에서 보듯이 향후 관제센터는 전세버스 등의 운행차량에 부착된 안전장치에서 운행정보를 수집·데이터베이스에 저장하고, 실시간으로 분석하여 차량·운전자를 관리하는 수준을 넘어서게 될 것

이다. 단기 미래의 주행상황을 예측할 뿐만 아니라 도로혼잡 개선과 도로안전도 향상을 위해 차량·운전자와 도로 안전시설물 등을 제어할 수 있는 수준으로 나아갈 것이다.

현 시점에서 이러한 목표를 달성하기 위해서는 대부분의 전세버스 등에 장착된 차로이탈경고장치도 단순히 장착하는 단계에서 더 나아가 디지털운행기록장치처럼 통신기능을 활용하여 운행정보를 수집하고 데이터 기반의 예측·제어를 통해 도로안전도를 향상시킬 필요가 있다.

참고문헌

- 1) 김수열(2015), 사업용 자동차의 디지털운행기록장치 설치효과 분석 연구, 아주대학교 석사논문
- 2) 시내버스 디지털 운행기록장치 위험운전 개선효과, 경향신문 기사 (2018)
- 3) 이동현, 유수재, 박호철(2020), 정부 차로이탈경고장치 장착차량 교통안전 효과분석 연구, 한국교통안전공단
- 4) 주산혜, 오철, 이재완 & 이은덕(2012), "차로이탈 경고장치(LWS) 사용자 만족도 평가연구
- 5) Jessica B Cicchini(2018), "Effects of lane departure warning on police-reported crash rates", Journal of Safety Research Vol.68, 2018 Sep;66:61-70
- 6) The Boston Consulting Group(2016), "A roadmap to safer driving through advanced driver assistance systems", Auto Tech Review, 5(7), 20-25.

〈그림 5〉 전세버스 A사의 디지털운행기록 분석자료



주1) 좌 : 전세버스 차량별 운행속도·위험운전행동 지점 조화화면, 우 : 위험운전행동 다발지역 조화화면

주2) 한국교통안전공단 내부자료(2022.12)

〈그림 6〉 첨단 도로안전 관제센터 구축운영 방안 구성도



정책과 기술 02

지하고속도로 위성측위 음영구간 해소방안¹⁾

이원우 | 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원

요약

본고는 지하고속도로 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 방법에 관한 내용이다. 위성으로 받은 위성측위 정보는 지하고속도로에 설치된 중계기로 정보가 전달되며, 가상의 위성 신호를 제공함으로써 끊김이 없는 위치정보 서비스를 이용할 수 있다. 또한 지하고속도로는 반사파 등으로 안정적인 통신 환경 구현이 어렵기 때문에 반사파 최소화, 다수의 통신 시스템 연동 등을 통한 해결 방안이 필요하다. 고속도로에 필수적 요소인 위성측위 정보 서비스의 범위를 야외뿐 아니라 지하고속도로, 국민들이 이용하는 지하공간(지하철, 실내 버스정류장) 시설에 설치하여 경제적이고 효율적인 위치기반 서비스를 제공할 수 있다.

1. 서론

최근 지하고속도로 건설계획(도시지역 지하도로 설계계획, 국토부 2016년)으로 위성측위 음영구간이 증가할 것으로 예상되며, 지하에서 위치정보 서비스(내비게이션 등)가 필요하게 되었다. 하지만 지하 고속도로의 전자파 차폐 특성으로 위성측위 신호가 지하도로 내에 전달되지 못한다. 고속도로의 끊김 없는 위치기반의 교통 서비스를 제공하기 위해서는 위성측위 정보 제공을 위한 방안들이 필요한 상황

이다. 또한 고속도로 위성측위 해소는 지하고속도로 시설관리 자동화 및 재난관리 개선과 자율주행 서비스(V2X, Vehicle to Everything)를 현실화하는 데 필요하다. 본고에서는 지하고속도로 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 방안 몇 가지를 소개하였다. 특히, 위성으로 받은 위성측위 정보는 지하고속도로에 설치된 중계기를 통해 정보가 전달되며 가상의 위성 신호를 제공함으로써 주행 중 끊김 없는 위치정보 서비스를 이용할 수 있을 것이다.

1) 본 기사는 한국도로공사 '모바일 기반 데이터 생산기지 고속도로 구현 연구'의 연구과제 결과를 요약하여 기고한 것임.

그림 1. 위성측위 음영구간 개념도



2. 본론

2.1 기술동향

위성측위 기술은 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra Wide Band), GNSS(Global Navigation Satellite System) 신호생성 시스템 등이 있다. 블루투스는 정확성의 한계(신호세기로 거리예측)가 있으며, 앱 설치 등 이용자 부담이 있다. UWB는 높은 정밀도 특성이 있으나, 아직 적용 단말기가 없다. GNSS 신호생성시스템은 높은 초기 설치비가 필요하나, 이용자 부담이 없다. <표 1>

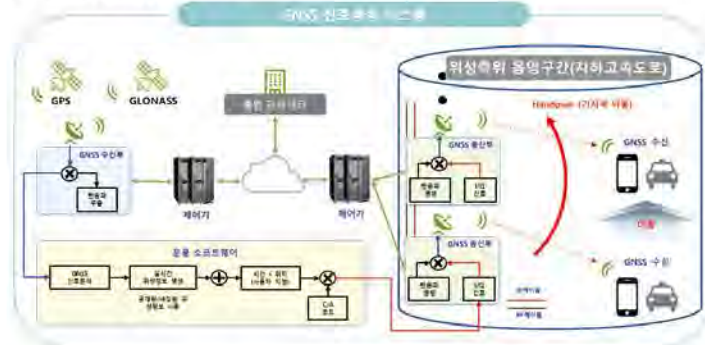
2.2 구현방안

지하고속도로 내 위성측위 신호생성을 위해서 <그림 2>와 같이 시스템 구성이 필요하다. 시스템 구성은 GNSS 수신부(위성 원래의 신호를 수신함), 운영 소프트웨어(위성 신호를 복구하여 지하고속도로 내에 있는 송신부로 원신호를 전달), GNSS 송신부(위성 원래의 신호와 동일하게 지하고속도로 내에 신호 전달), 모니터링 시스템(제어기 및 클라우드, 통합 관제센터)를 통해 실시간 시스템 상태 확인 및 업데이트 진행)으로 구성된다. <그림 3>은 위성측위 신호생성 동작 방법을 보여준

<표 1> 위성측위 기술 비교

특징	블루투스	UWB	GNSS
기준	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4a/z	각국 표준관리 단체 (미국 GPS 표준 포지셔닝서비스등)
주파수	2.4 ~ 2.5GHz	낮은대역: 3.5 ~ 4.5GHz 높은대역: 6.5 ~ 10GHz	L1대역: 1.5GHz L2대역: 1.2GHz
통신범위	200 ~ 400m	70 ~ 250m	제한없음
데이터속도	24Mbps(max)	27Mbps(max)	
정확성	5 ~ 10m	cm 단위 영역	5 ~ 20m
보안	매우안전(비콘프로토콜)	매우안전(거리제한프로토콜)	해당없음
신뢰수준	노이즈(다중경로 반사파 등)에 강함	노이즈(다중경로 반사파 등)에 강함	노이즈 및 장애물에 약함
대기시간	응답시간 10ms 미만	응답시간 1ms 미만	응답시간 100ms 미만
확장성	태그 등 제한있음	태그 등 제한있음	제한없음
비고	·초기 설치비 필요 ·정확도 개선 한계 ·이용자 부담(단말, 앱설치)	·초기 설치비 필요 ·적용 단말기 없음 ·이용자 부담(단말, 앱설치)	·높은 초기 설치비 필요 ·이용자 부담(단말, 앱설치)없음

〈그림 2〉 위성측위 신호생성 시스템



다. 위성으로 받은 신호는 외부 안테나로 인해 내부로 전해지며, 지하고속도로 내에 설치된 송신기에 의해 신호가 전달된다. 이동 차량은 실제 위성파와 동일한 신호를 수신하게 되며, 고속에도 끊김이 없는 위성 신호를 수신 받게 된다.

〈그림 4〉는 데이터 전달 구현방안을 보여주고 있다. 위성으로 받은 신호 정보는 아날로그 고주파 신호와 디지털 신호로 분리하여 디지털 신호만 송신기로 전달된다. 이 신호는 다시 송신기 거리 지연에 대한 시간 보상을 하여 다시 고주파 신호를 만들어 이동 차량에 제공된다.

〈그림 5〉는 위성 시간동기 지연에 따른 문제점을 보여주고 있다. 거리지연 보상은 위성측위 신호가 전달되면서 실제 위성 신호와의 시간지연이 발생하여 이를 보정하기 위해 필요하다. 즉, 시간이 지연되면 이동 차량과 위성과의 동기화가 어렵게 된다. 안정적인 위치서비스 제공을 위해선 위성 간 100ns 이하의 시간지연 보정이 필요하다.

〈그림 6〉은 앱을 활용한 정확도 개선을 보여주고 있다. 위치의 정확도 개선을 위한 모바일(내비게이션 등) 표준이 필요하다. 즉, 속도 별 시간 보상 값 설정, RTK 등 위치보상 알고리즘과 연동 등이 있다. 〈그림 7〉은 블루투스 및 UWB 방식의 위성측위 시

스템 구조이다. 신호의 세기로 이동 거리를 추적하며, 음영구간내 높은 정밀도의 위치정보를 제공할 수 있다.

대국민 서비스를 위해선 별도의 단말기, 앱 설치가 필요 없는 GNSS 신호생성시스템 적용이 우선적으로 필요하지만, GNSS 신호생성시스템의 경우 노이즈(반사파 등)에 약한 단점이 있어 블루투스/UWB를 결합·보완한 위성측위 시스템 고려되어야 할 것이다. 즉, 블루투스/UWB/GNSS 결합 형태의 위성측위시스템 적용하여 수신 신호의 상태에 따른 선택이 가능한 위성측위 통합시스템이 되어야 할 것이다.

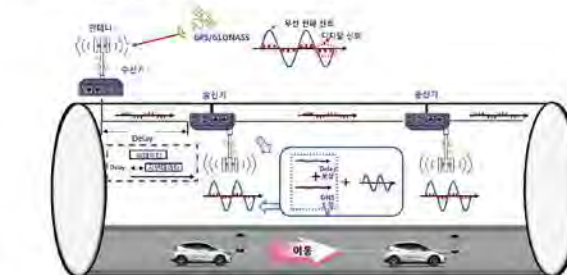
3. 결론

본고에서는 고속도로에 필수적 인프라인 GNSS 위치정보 서비스의 범위를 야외뿐 아니라 지하도로, 터널, 그리고 국민들이 많이 이용하는 지하공간에 설치하여 경제적이고 효율적인 위치기반 서비스를 제공할 수 있다는 것을 간략히 설명하였다. 위성측위 음영구간을 해소하기 위한 연구는 지하고속도로, 장대터널, 자율주행을 위한 필요기술로써 성능 최적화를 위한 연구가 지속 수행될 예정이다.

〈그림 3〉 위성측위 신호생성 동작방법



〈그림 4〉 위성측위 신호생성 시스템 구조



〈그림 5〉 위성 시간동기



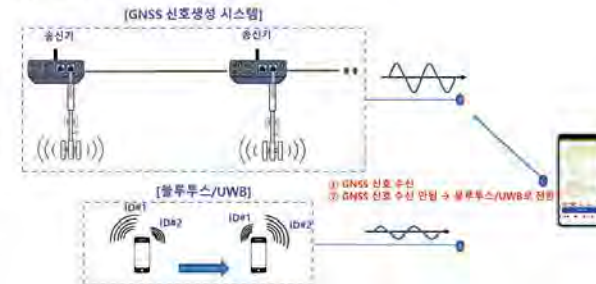
〈그림 6〉 앱을 활용한 정확도 개선



〈그림 7〉 블루투스, UWB 위성측위 신호생성 시스템 구조



〈그림 8〉 위성측위 통합시스템



참고문헌

- 류지현, 김호영, "실내 GNSS 시스템 및 제공방법", 특허(10202000089), 아이디씨티, 2020
- 정영제, 박대근, 전범준, 이성호, 최성복, "위성측위 음영지역 해소를 위한 SDR 기반의 GNSS 신호생성기술 개발 및 실증연구", 서울기술연구원, 2021
- 유재준, 조영수, "실내 위치기반 서비스 기술개발 및 표준화 동향", 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 29권 5호, 2014
- Waze(2019), About the Waze Transport SDK, viewed 28 June 2021 (<https://developers.google.com/waze/intro-transport/>).
- Beaconzone 2019, Beaconzone in United Kindom, viewed 30 June 2021 (<https://www.beaconzone.co.uk/blog/category/navigation/>).
- Paul Berger (2019), Motorists Can Now Access Waze App Directions In New York Tunnels, The Wall Street Journal In United State, viewed 29 June 2021 (<https://www.wsj.com/articles/motorists-can-now-access-waze-app-directions-in-new-york-tunnels-11548777601>).
- Aposys (2021), A FULL UNDERGROUND GLOBAL POSITIONING SYSTEM, Viewed 21 June 2021, (<https://www.aposys-tech.com/app-ugps.html>).

숫자와 그림으로 보는 터널이야기

- 제2강 NATM 터널 -

(Trends and Changes of NATM Tunnelling)

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

NATM 터널은 1960년대 개발된 이후로 세계적으로 가장 많이 적용되는 터널링 기술로서 숏크리트와 록볼트를 주지보로 사용하는 터널 공법이다. 현재는 NATM 터널기술이 지속적으로 발전하여 TBM 공법이 적용되지 않은 모든 터널공사에서 적용되는 가장 일반적인 공법이 되었다. [표 1]에는 NATM 터널 기술의 특성과 기술 트렌드를 10가지 키워드로 정리하였다. 본 고에서는 10가지 키워드를 중심으로 NATM 터널기술의 주요 특징에 대하여 기술하였다.

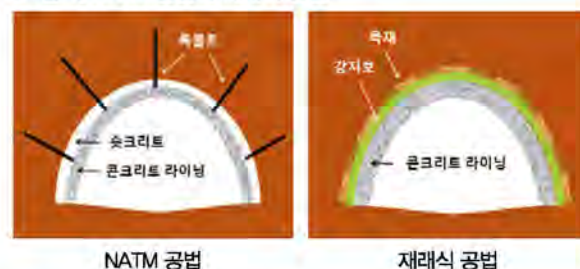
[표 1] NATM 터널의 기술 발전과 트렌드

	Key Word	As-is	To-Be
1	NATM공법과 재래식 공법	주로 암반에 적용	모든 지반에 적용
2	대단면화와 초대단면 터널	단면크기 제한	대단면/대공간화
3	전단면 굴착과 분할 굴착	상하반 굴착	다분할굴착/대형화
4	다양한 단면과 특수 단면	마세형/아치형	대형화/다기능화
5	장대화와 초장대 터널	단터널 위주	대심도/초장대화
6	발파 굴착과 기계 굴착	발파 진동/소음	고성능 로드헤더
7	NATM 사공과 1사이클	인력/소형	기계화/대형장비화
8	주지보와 보조공법	숏크리트+록볼트	주지보+보조공법
9	숏크리트와 콘크리트 라이닝	1차 및 2차 라이닝	고성능/고강도 라이닝
10	NATM의 다른 이름들	NATM	SCL, SEM, NMT

1. NATM 공법과 재래식 공법

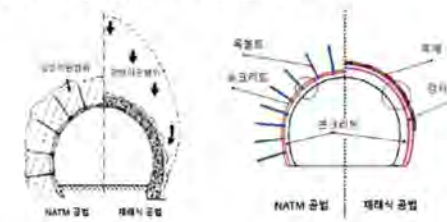
재래식 공법은 암반을 굴착한후 강지보를 세우고 암반과 강지보 사이를 목재로 끼우는 방법이다. 이에 비하여 NATM 공법은 암반 굴착후 숏크리트와 록볼트를 타설하는 방법으로, [그림 1]에는 NATM 공법과 재래식 공법을 비교가 나타나 있다. 두공법 모두 최종적으로 콘크리트 라이닝을 시공한다.

[그림 1] NATM 공법과 재래식 공법



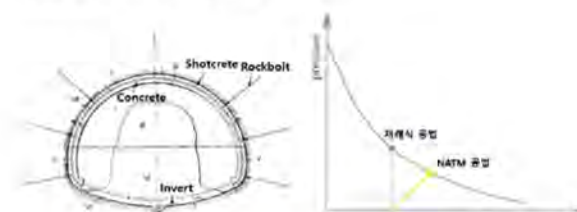
재래식 공법은 암반과 강지보 사이가 틈이 밀실하게 채워지지 못해 암반이완(loosening)이 지속적으로 발생하여 암반이완범위가 크게 증가하나, NATM 공법은 굴착이후 가능한 빨리 숏크리트를 타설함으로써 암반이완을 최소화함으로써 기존 재래식 공법에 비해 지보량을 최소화할 수 있다[그림 2].

[그림 2] NATM 공법과 재래식 공법의 비교



NATM 공법은 지반이완을 최소화하기 위하여 숏크리트를 타설하고 록볼트와 함께 복합지보구조를 형성하는 공법으로, 재래식 공법과는 달리 인버트(invert)를 타설하여 링폐합(ring closure)구조를 형성하여 터널의 안정성을 최대한으로 확보하는 공법이다. 특히 지반이 불량한 경우에는 반드시 인버트(바닥부)에 숏크리트 및 콘크리트 라이닝을 타설하여 장기적인 안정성을 확보하여야 한다. [그림 3]에는 NATM의 개발자인 Rabcewicz가 1964년에 제시한 NATM 개념이 나타나 있다.

[그림 3] NATM 공법의 개념

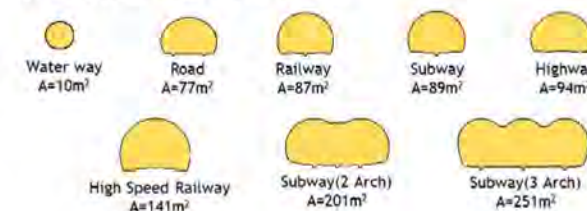


2. 대단면화와 초대단면 터널

NATM 터널의 가장 큰 장점은 터널 용도에 맞게 터널 단면의 형상과 크기를 크게 할 수 있다는 것이다. [그림 4]는 단면이 작은 수로터널부터 단면이 매우 큰 지하철 터널까지 다양한 크기의 터널 단면을 보여주고 있으며, 터널 굴착기술과 터널 기능특성에 따라 터널 단면이 점차적으로

대단면화되고 있다.

[그림 4] NATM 터널 단면 크기 비교



철도 터널의 경우 본선 터널을 기본으로 확폭 터널, 승강장 터널, 20치 터널, 30치 터널, 정거장 터널 등 다양한 형상의 터널로 구성된다. [그림 5]에는 철도터널에서의 다양한 터널 단면 크기를 비교하여 나타낸 것으로, 지하 정거장 터널은 폭 43m, 높이 25m, 굴착단면적 500m² 이상의 초대단면 터널로 계획되고 있다.

[그림 5] 철도 터널 단면 비교



도로 터널의 경우 2차로 단면을 기본으로 3차로 단면, 3차로 확폭 단면, 4차로 단면, 5차로 단면까지 다양한 터널로 구성된다. [그림 6]에는 도로터널에서의 다양한 터널 단면 크기를 비교하여 나타낸 것으로, 5차로 단면은 폭 21m, 높이 11.7m, 굴착단면적 200m² 이상의 대단면 터널로 계획되고 있다.

[그림 6] 도로 터널 단면 비교

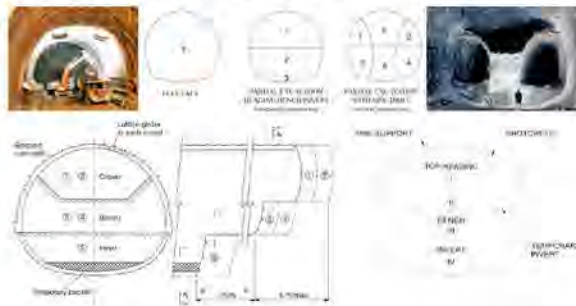




3. 전단면 굴착과 분할 굴착

NATM 공법은 암반상태에 따라 지보를 차등적용하고, 굴착방법도 달라지게 된다. 암반이 양호하면 전단면 굴착을, 암반이 불량하게 되면 분할 굴착을 적용하게 된다. [그림 7]에는 NATM 공법에서의 분할굴착 방법이 나타나 있다.

[그림 7] NATM 공법에서의 분할 굴착



NATM 공법에서의 분할굴착은 상하반 분할굴착을 기본으로 중벽(central diaphragm, CD)분할굴착과 측벽도강(side drift) 분할굴착이 많이 적용되고 있으며[그림 8], 터널 단면 크기와 지반조건에 따라 보다 세분하여 굴착한다.

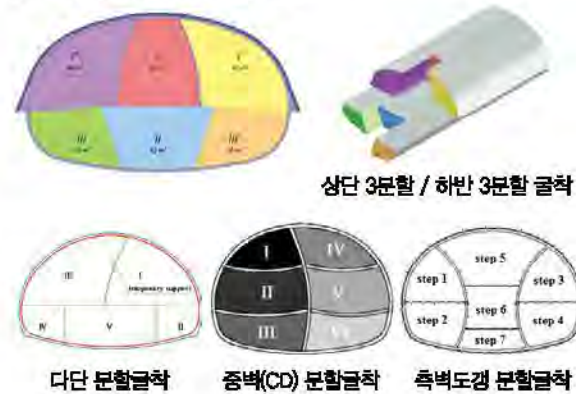
[그림 8] NATM 터널의 분할굴착



터널이 대단면화됨에 따라 대단면 터널의 설계 및 시공이 증가하고 있다. 대단면 터널의 경우 불가피하게 분할굴착을 적용하게 되며, [그림 9]에서 보는 바와 같이 상반과 하

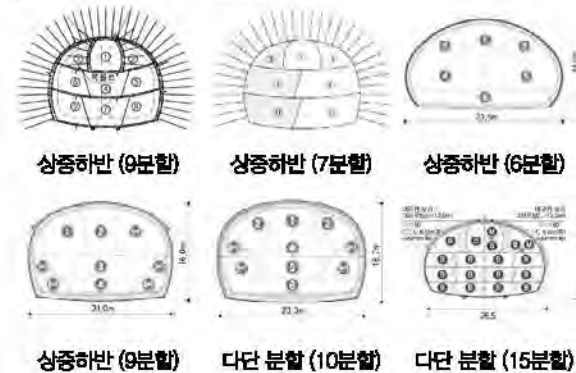
반을 분할굴착하거나, 중벽분할의 좌우터널을 다시 분할 굴착하거나, 측벽도강 및 중앙터널을 분할굴착하는 방법을 적용한다.

[그림 9] NATM 터널의 분할굴착



[그림 10]은 국내에 적용된 대단면 터널에서의 분할굴착 단면을 나타낸 것이다. 국내의 경우 시공성 등으로 인하여 상중하반의 다단분할굴착을 선호하며, 정거장 터널의 경우 4단의 최대 15분할 굴착을 적용한 사례로 있다.

[그림 10] 대단면 터널의 분할굴착



4. 다양한 단면과 특수 단면

NATM 터널은 다양한 터널 단면으로 굴착이 가능하다는 장점을 가진다. 현재 NATM 터널은 아치형 단면을 기본으로 바닥이 편평한 경우와 바닥이 인버트를 가지는 단면으로 구분된다. [그림 11]에는 NATM 단면과 TBM 단면의 비교가 나타나 있으며, 원형인 TBM 단면은 하부에 사공간이 발생하게 된다.

[그림 11] NATM 터널 단면과 TBM 터널 단면 비교



NATM 단면은 측벽이 직선이 마제형 단면에서 곡선인 아치형으로 변화하고 있으며, 터널 기능이 다양해지고 차선이 증가함에 따라 [그림 12]에서 보는 바와 같이 터널 폭이 높이에 비해 큰 타원형(oval)의 단면도 있다.

[그림 12] 다양한 터널 단면 형상



NATM 터널 폭이 증가함에 따라 10차 대단면 터널과 중앙에 기둥을 설치하는 20차 또는 30차 터널의 단면형태도 볼 수 있다. 또한 지하공간과 경우에는 [그림 13]에서 보는 바와 같이 단면의 형태를 목적에 따라 다양하게 계획할 수 있으며, 지하유류비축기지의 경우 터널의 높이가 폭에 비해 매우 큰 단면형태를 가진다.

[그림 13] 다양한 터널 단면 형상



5. 장대화와 초장대터널

터널 기술이 발전하고 터널 기능이 다양해짐에 따라 터널 연장이 점점 길어지는 장대화 경향이 나타나고 있다. [표 2]에는 장대 터널에 대한 정의로서 설계기준, 방재 개념 그리고 통상적 개념으로 구분할 수 있으며, 수십 km에 이르는 초장대터널도 분류하였다.

[표 2] 장대 터널의 기준

구분	짧은 터널	터널	장대 터널	초장대 터널
설계기준	1km 이하	—	1~5 km	5km 이상
방재 개념	0.5~1km	—	1~15km	15km 이상
통상적 개념	도로	1km 이하	1~4km	4~10km
	철도	1km 이하	1~5km	5~20km

세계적으로는 고타르트 베이스 터널이 57km로 세계 최장대 터널이며, 계속적으로 50km 이상 최장대 터널이 건설되고 있다(표 3). 국내의 경우 SRT 구간의 율현터널이 50.3km로 국내 최장대 터널이며, 세계 4위의 초장대 터널이다. 또한 현재 수도권급행철도 GTX-A가 대신도 터널로 시공중에 있다[표 4].

[표 3] 세계의 초장대 터널

터널명	터널 연장	터널 용도	비고
고타르트 베이스 터널	57.0km	철도	세계 최장대 (스위스-이탈리아)
브레너 베이스 터널	55.4km	철도	오스트리아-이탈리아
세이칸 터널	53.9km	철도	해저터널 (일본)
유로 터널	50.0km	철도	해저터널 (영국-프랑스)

터널명	터널 연장	터널 용도	비고
레드알 터널	24.5km	도로	세계 최장대 도로 (노르웨이)
아마테 터널	18.5km	고속도로	세계 최장대 고속도로 (일본)

[표 4] 한국의 장대 터널

터널명	터널 연장	터널 용도	비고
울현 터널	50.3km	고속철도	국내 최장대 (복선)
대관령 터널	21.74km	철도	복선 터널
금정 터널	20.26km	고속철도	복선 터널
술안 터널	16.24km	일반철도	단선 터널
인제 터널	10.96km	고속도로	국내 최장대 도로
서부 간선지하터널	10.33km	도심지 지하도로	대심도 터널
GTX-A 터널	42.689km	급행철도	대심도 터널 (시공중)

장대 터널의 경우 굴착공법으로서 NATM 공법과 TBM 공법 둘 다 적용할 수 있으며, 일반적으로 터널 연장이 긴 경우 TBM 공법이 유리한 것으로 알려져 있다. [그림 14]는 터널 연장 55.4km인 Brener 터널에 적용된 터널공법으로 NATM (D+B Drill and Blast)과 TBM 공법(셸드 TBM과 오픈 그리퍼 TBM)이 암반 특성 및 현장 여건에 따라 적용되었다.

[그림 14] Brener 터널에서의 터널 공법 (NATM+TBM)

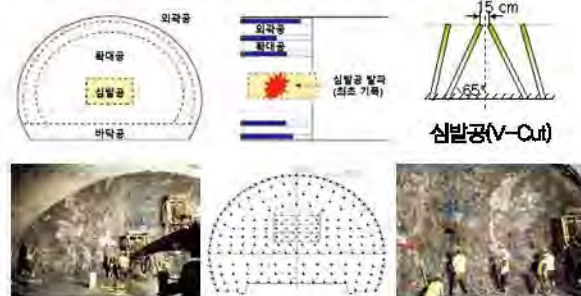


6. 발파 굴착과 기계 굴착

터널을 굴착하기 위해서 수행되는 발파(drill and blasting)는 1자유면 발파이기 때문에 심발부 발파가 선행되어야 하

며, 암반상태에 따라 1발파당 굴진장을 다양하게 달리할 수 있다. 터널발파는 [그림 15]에서 보는 바와 같이 암반상태에 따라 장약량을 달리하는 발파패턴을 적용하고, 주변에 보안물건(건물 및 측사 등)에 따라 장약량을 조절하고 조절발파(controlled blasting)를 실시하여야 한다.

[그림 15] NATM 공법에서의 발파굴착과 발파패턴



[그림 16]에서 보는 바와 같이 발파굴착은 필연적으로 진동과 소음을 발생하게 되고, 이에 따라 민원 및 환경 문제 등이 발생하는 경우가 많으므로 이에 대한 적절한 대책(진동제어발파 및 미진동/무진동 공법 적용)을 반영하여야 한다.

[그림 16] 터널 발파 영향과 진동소음 문제



도심지 터널공사에서의 발파진동문제를 해결하기 위하여 최근 도입된 굴착공법이 바로 로드헤더(Roadheader)를 이용한 기계굴착이다. [그림 17]에서 보는 바와 같이 경암

[그림 17] 로드헤더 기계굴착



반(hard rock)에도 적용이 가능한 고성능 로드헤더가 개발되었으며, 호주, 캐나다와 같은 선진국에서는 도심지 터널 굴착공법으로 많이 적용되고 있다.

[표 5]에는 발파공법과 로드헤더 기계굴착공법의 비교가 나타나 있으며, 로드헤더 기계굴착공법은 진동소음이 적고 굴착면이 양호한 장점을 가지고 있다.

[표 5] 발파공법과 로드헤더 기계굴착공법의 비교

터널공법	NATM	
굴착 공법	발파 굴착 (Drill and Blast)	로드헤더 기계굴착 (Roadheader)
개요	발파를 이용하여 막장면을 굴착한 후 슛크리트와 록볼트를 이용하여 지보를 설치하는 공법	로드헤더 등을 이용하여 막장면을 굴착한 후 슛크리트와 록볼트를 이용하여 지보를 설치하는 공법
도심지 터널	특징	• 안정성 취약 : 빌딩 하부등과, 지장물과의 간섭, 기존 구조물과의 근접 시공 • 환경성 민감주민과 생활 시설물에 진동, 소음, 먼지, 지하수위 등 • 시공성 불량 : 공사부지 협소, 자재 및 장비 운반의 한계 등
	장점	• 시공성 우수(분할굴착/ 다양한 단면형상) • 기술경험 풍부 • 지질/지반 대응성 우수 • 상대적으로 공사비 저렴
	단점	• 진동 소음문제 적음 • 굴착면 양호 • 이완영역 최소화 • 단면 적응성/이동성 우수
	이슈	• 발파진동 및 소음 문제 • 발파불가간 공사비 증가 • 도심지구간 제한성 큼 • 대규모 민원 발생

7. NATM 시공과 1사이클

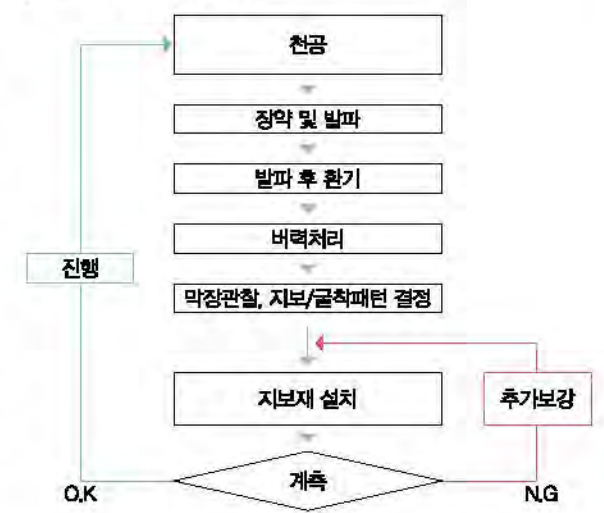
발파 굴착을 적용하는 NATM 터널은 굴착(천공-장약-발파-버력처리)과 지보설치의 과정을 반복적으로 수행하게 되며, 이를 1사이클(cycle)이라고 한다. [그림 18]은 NATM 터널의 시공순서가 나타나 있으며, 암반상태에 따른 굴착 및 지보 패턴에 따라 시공 프로세스가 결정된다.

[그림 18] NATM 공법 시공순서



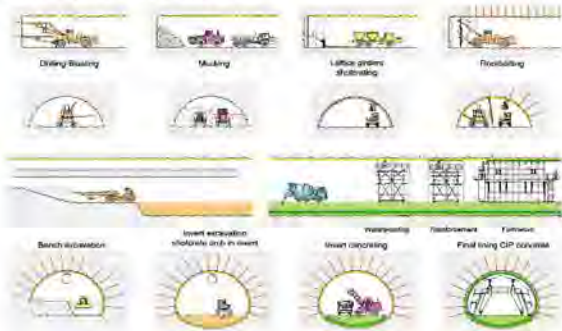
[그림 19]는 NATM 터널의 시공 프로세스를 나타낸 것으로 막장관찰 결과에 의한 암반상태에 따라 지보설치하게 되고, 계속모니터링을 통하여 추가보강 여부를 결정하게 된다. 이를 관찰적 접근법(observational approach)이라고 하고, NATM 공법의 중요한 원칙이다.

[그림 19] NATM Sequence



[그림 20]에는 NATM 터널의 시공과정이 나타나 있다. 상하반 굴착(천공-발파-버력처리)과 지보(숏크리트+록볼트+강지보재) 설치이후 현장타설 콘크리트 라이닝을 타설하게 되면 최종 터널구조물이 만들어지게 된다.

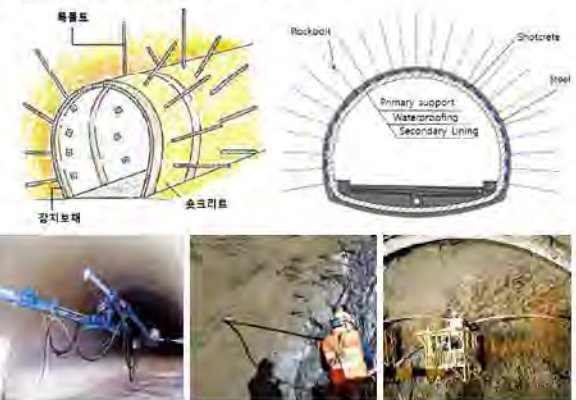
[그림 20] NATM Sequence



8. 주지보와 보조공법

NATM 터널에서의 주지보재는 숏크리트(shotcrete)와 록볼트(rockbolt)를 조합한 지보시스템이며, 암반상태에 따라 강지보재(steel rib)를 적용한다[그림 21]. 가장 중요한 역할을 하는 지보는 숏크리트로 굴착 이후 지반이완을 최소화하기 위하여 가능한 빨리 타설하는 것이 중요하다.

[그림 21] NATM 공법에서의 주지보



NATM 터널은 설계단계에서 암반분류(RMR 및 Q-System 적용)에 의한 암반등급에 따른 표준지보패턴과 단층파쇄대 및 이상대와 같은 특수한 경우를 대비한 지보패턴을 고려하여 설계를 수행하게 된다. [그림 22]에는 NATM 터널 표준지보패턴의 예가 나타나 있으며, 암반상태가 나쁠수

록 지보량이 증가하게 되고, 추가적으로 보조공법 등이 적용되어 터널 안정성을 확보하도록 하고 있다.

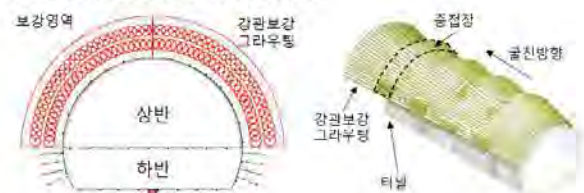
[그림 22] NATM 공법에서의 지보패턴

구분	P-1	P-2	P-3
표준단면			
암반등급	I	II	III
RMR	100~81	80~61	60~41
Q	40이상	40~10	10~4
굴착공법	전단면굴착	전단면굴착	전단면굴착
공간장(상반/하반)(m)	3.5(2회굴진후지보)	3.5	2.0
숏크리트두께(cm)	5(일반)	5(강성유)	8(강성유)
록볼트 길이(중/경)(m)	3.0(Random)	4.0(3.5/2.0)	4.0(2.0/2.0)
강지보재	규격(간격)	-	-
보조공법	-	-	-

구분	P-4	P-5	P-5-1
표준단면			
암반등급	IV	V	파쇄대/이상대
RMR	40~21	20이하	-
Q	4~1	1미만	-
굴착공법	상하분할굴착	상하분할굴착	점진굴착
공간장(상반/하반)(m)	1.5/3.0	1.2/1.2	1.0/1.0
숏크리트두께(cm)	12(강성유)	16(강성유)	20(강성유)
록볼트 길이(중/경)(m)	4.0(1.5/1.5)	4.0(1.2/1.5)	4.0(1.0/1.2)
강지보재	규격(간격)	LG-50X20X30(1.5)	LG-70X20X30(1.2)
보조공법	필요시 합동형	합동형	합동보강그라우팅

단층파쇄대와 같이 지반이 불량하거나 연약한 경우에는 터널의 안정성을 확보하기 위하여 보조공법(auxiliary method)을 적용하게 된다. 이는 터널 주변지반의 지지력을 증진시키기 위한 것으로 가장 일반적으로 적용되는 보조공법은 Umbrella Arch 공법으로 알려진 강관그라우팅 보강공법이다[그림 23]. 본 공법은 천단부에 빔아치체의 보강영역을 형성하여 천단부의 안정성을 확보하는 개념이다.

[그림 23] 강관보강 그라우팅 공법



9. 숏크리트 라이닝과 콘크리트 라이닝

터널공사에서 라이닝(lining)은 일정한 두께로 터널면을 따라 만들어지는 지지구조를 말한다. NATM 터널은 굴착단계의 숏크리트 라이닝과 지보이후의 콘크리트 라이닝으로 구성되는데[그림 24], 숏크리트 라이닝은 굴착단계에서 시

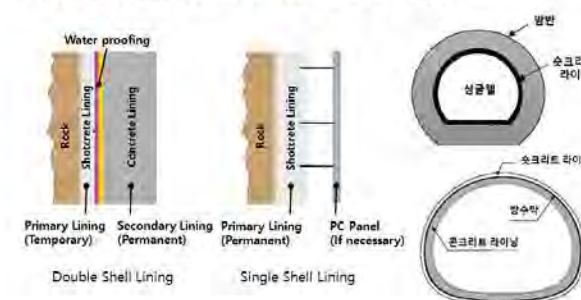
공되므로 1차 임시 지보(primary/temporary support) 개념이며, 콘크리트 라이닝은 최종 완성단면을 이루게 되므로 2차 영구 라이닝(secondary/permanent lining) 개념이다.

[그림 24] 숏크리트 라이닝과 콘크리트 라이닝



[그림 25]에서 보는 바와 같이 숏크리트 라이닝과 콘크리트 라이닝이 이중으로 설치되는 구조를 더블셸(double shell) 구조라고 하며, 숏크리트 라이닝 또는 쉘드 TBM의 세그먼트 라이닝만이 설치되는 경우를 싱글셸(single shell) 구조라고 한다. NATM 터널은 장기적인 안정성 확보를 위해 더블셸 구조를 형성하게 된다.

[그림 25] NATM 터널의 싱글셸과 더블셸 라이닝



NATM 터널에서 콘크리트 라이닝은 1차 지보(숏크리트+록볼트+강지보재)가 설치된 이후 [그림 26]에서 보는 바

[그림 26] 현장 타설 콘크리트 라이닝 시공



와 같이 강재 거푸집을 이용하여 현장타설 콘크리트로 타설로 만들어진다. 한 번에 타설되는 길이를 1스판(span)이라고 하며, 1스판을 반복적으로 타설해야하기 때문에 터널 공기에 영향을 주는 주요 공정이며 특히 콘크리트 라이닝의 품질관리에 주의해야 한다.

10. NATM의 다른 이름들

NATM 공법은 오스트리아에서 개발되고 명명된 터널공법으로 세계적으로 널리 이용되고 있지만, 일부 국가에서는 NATM 공법의 독창성을 인정하지 않거나 기존의 터널공법과 크게 다르지 않다는 개념으로 NATM이라는 이름을 사용하지 않고 [표 6]에서 보는 바와 같이 별도의 다른 이름을 사용하는 경우가 있다. 특히 일본에서의 NATM은 산악터널공법에 적용되는 터널공법으로 통용되고 있다.

[표 6] NATM의 다른 이름들

구분	공법	비고
Conventional Tunneling	(NATM) New Austrian Tunneling Method	오스트리아, 한국, 일본 등
	(SCL) Sprayed Concrete Lining Method	영국, 홍콩, 싱가포르 등
	(SEM) Sequential Excavation Method	미국 등
	(NMT) Norwegian Method of Tunneling	노르웨이
Mechanized Tunneling	山岳トンネル工法 (산악터널공법) - NATM	일본
	(TBM) Tunnel Boring Machine	전세계
	シールド工法 (Shield 쉘드공법)	일본

■ SCL(Sprayed Concrete Lining) 숏크리트 라이닝 공법
SCL(Sprayed Concrete Lining)은 터널의 주지보로서 숏크리트(Shotcrete/Sprayed Concrete)를 사용한다는 개념으로 NATM의 다른 이름으로 사용된다[그림 27]. SCL은 NATM에 들어있는 새로운(New)라는 의미와 오스트리아(Austria)라는 국가명에 대한 반감으로 NATM 공법은 오스트리아에서 개발된 새로운 공법이 아니며, 지반이완을 최소화하고 지반의 자체지지능력(self-support capacity)을

극대화하기 위하여 슛크리트 라이닝을 적용하는 공법이라는 개념으로 SCL 이라고 명명하였으며, 주로 영국, 홍콩, 싱가포르 등지에서 일반적으로 사용되고 있다.

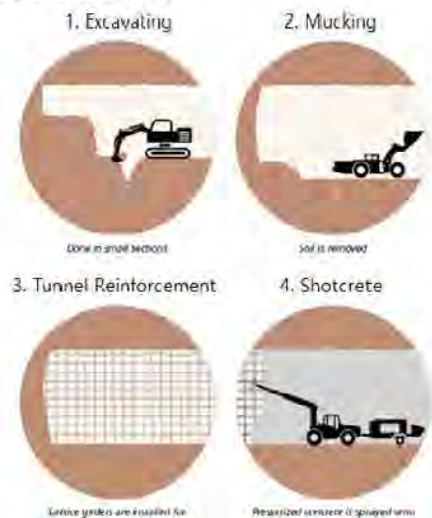
[그림 27] SCL 공법 (영국)



■ SEM(Sequential Excavation Method) 순차적 굴착공법

SEM(Sequential Excavation Method) 공법은 암반을 순차적(단계적)으로 제거한 후 지보를 설치한다는 개념에서 명명된 NATM의 다른 이름이다[그림 28]. SEM 프로세스는 지반조사결과에 의한 암반분류에 따라 굴착/지보 등급(excavation and support class)을 적용하는 것이다. SEM은 주로 미국 등의 북미에서 사용되고 있으며, 수많은 터널, 지하철 및 정거장 공사에 적용되고 있다.

[그림 28] SEM 공법 (미국)



■ 제2강을 마치면서 - NATM VS. TBM

터널에서의 NATM 공법은 1960년대 개발된 이후로 세계적으로 가장 많이 적용되는 터널 기술로서 국내에서도

1980년대 이후 대부분의 터널공사에 적용되어 많은 기술적 노하우가 축적되어 국내 NATM 터널기술은 세계 최고 수준이라고 할 수 있다.

NATM 터널은 단면을 다양하게 계획할 수 있고, 대단면의 복잡한 터널을 안전하게 굴착할 수 있는 엄청난 장점으로 인하여 지속적으로 적용되고 발전하여 왔으며, 지금은 모든 지반(연약한 지반부터 경암반 까지)에서 적용 가능하며, 프로젝트 계획에 맞는 다양한 터널 단면을 만들 수 있는 만능의 터널공법으로 자리 잡게 되었다.

하지만 터널 굴착을 보다 효율화하기 위하여 발파굴착으로 적용하게 되며, 이에 따른 진동과 소음의 문제는 피할 수 없는 이슈가 되고 있다. 이에 따라 발파공해 문제를 해결하기 위한 다양한 기술(미진동 발파/무진동 굴착공법)들이 반영되고 있지만 아직은 기술적 효율성을 가지지 못하고 있다.

최근 터널공사에서 이러한 문제에 대한 적극적 대안으로 로드헤더(roadheader)를 이용한 기계굴착이 도입되고 있으며, TBM 공법의 적용이 활발해지고 있다. 특히 도심지 터널공사의 경우에는 안전 및 환경에 대한 문제가 이슈가 되기 때문에 터널공법 검토시 NATM 공법보다는 TBM 공법이 보다 우선적으로 선호되고 있는 흐름이다.

제2강에서 언급한 NATM 공법의 10가지 키워드를 생각해 보면 NATM 공법은 변화가 많은 암반/지반 조건에 능동적으로 대응할 수 있고, 다양한 형태의 터널 단면을 계획할 수 있으며, TBM 공법에서는 구현할 수 없는 대단면 터널을 시공할 수 있다는 가지고 있음을 유념해야만 한다. 선진국의 경우도 단면이 일정하고 공정이 단순한 본선구간에는 TBM 공법을 단면이 크고 공정이 복잡한 경우에는 NATM 공법을 적용하여 NATM 공법과 TBM 공법을 복합적으로 적용하고 있음을 볼 수 있다.

따라서 지하철 프로젝트를 계획하는 경우 NATM 공법과 TBM 공법의 특징과 장단점을 충분히 고려하고, 지반조건과 현장 상태를 잘 반영하도록 하여 최적 공법을 선정하여야 할 것이다.

[요약 Summary] NATM 터널의 기술 특성과 트렌드

Key Word	특징	비고
NATM 공법과 자래식 공법	• 지반이완 최소화 • 슛크리트에 의한 빠른 지보 설치 • 인버트를 포함한 링폐합 구조 형성	
대단면화와 초대단면 터널	• 복합, 다기능에 따른 대단면화 • 4차선/정거장 터널 등 대단면 터널 • 수백㎡ 이상의 초대단면 터널	
분할 굴착과 전단면 굴착	• 대단면화에 따른 분할 굴착 • 중벽분할과 측벽도강 분할 굴착 • 지반보강후 전단면 굴착	
다양한 단면 형상과 특수 단면터널	• 마제형, 아치형, 난형 등 다양 • 터널폭의 커짐에 따라 타원형 • 암반특성에 따라 특수 단면 가능	
장대화와 초장대 터널	• 수십km 이상의 초장대 터널 증가 • 세계 최대 고르타드 베이스 57km • 국내 최대 을현터널 50.3km	
발파 굴착과 기계 굴착	• 발파굴착의 진동문제 이슈 • 고성능 로드헤더의 적용확대 • 발파+기계굴착의 복합 굴착	
NATM 시공과 1사이클	• 천공-장막-발파-버력처리-지보 • 방수-콘크리트 라이닝 타설 • 1사이클의 반복 공정	
주지보와 보조공법	• 주지보 : 슛크리트/목볼트/강지보재 • 보조공법 : 강관보강그라우팅 등 • 주지보+보조공법	
슛크리트 라이닝과 콘크리트 라이닝	• 슛크리트 : 1차 / 임시 라이닝(지보) • 콘크리트 : 2차 / 영구 라이닝 • 싱글셀과 더블셀 라이닝 구조	
NATM의 다른 이름들	• SCL 슛크리트 라이닝 공법 - 영국 • SEM 연속굴착공법 - 미국 • NMT 노르웨이 터널공법	

NATM Tunnel : Larger, Faster and Longer

그·날·의·도·로

1981년 10월 27일

그날, 원효대교가 개통되었다



1981년 10월 27일, 용산구 원효로와 영등포구 여의도동을 연결하는 원효대교가 1978년 7월 17일에 착공하여 3년 3개월 만에 개통되었다. 원효대교는 13번째 한강 교량으로 공사사인 동아건설(주)에서 공사비 225억 원 전액을 부담한 민자사업의 장경간 연속 PSC 박스 거더교이다.

당시 이 교량을 건설하는 조건은 준공과 동시에 서울특별시에 기부채납하고, 동아건설이 2001년까지 통행료를 받기로 하였다. 개통 초기에는 톨게이트를 설치하고 100원의 통행료를 징수했으나, 차량통행이 워낙 적은데다 통행료를 부과하는 바람에 차량들이 통행을 기피하면서 적자경영을 면치 못해 1983년 2월 서울특별시에 기부채납 되었다. 현재 원효대교 남단의 연결램프 진출입차선 구간이 다른 교량에 비해 넉넉하고 긴 이유가 바로 개통 초기 톨게이트가 설치된 곳이 있었기 때문이라고 한다.



원효대교는 장경간 연속 PSC 박스거더교가 국내 최초로 시도되었다는 점에서 의미를 찾을 수 있다. 특히 Dywidag 공법과 프리 캔틸레버 공법(Free Cantilever Method)이 사용되었는데, 콘크리트 변단면 박스거더 교량으로서 경간너비가 100m로 넓은 축에 속한다. 교량의 높이는 구조물 응력선을 따라 변화하게 설계해 교량의 하단이 진행방향으로 곡선을 이루고 있어 외관이 매우 아름답고 구조적으로도 안정감이 있다는 평을 받았다. 1981년 개통 당시 한강 횡단교량 중 구조물의 기능에만 치중하던 것에서 벗어나 미적인 면을 고려한 교량이 국내 최초로 시도되었다는 것은 기술면에 있어서도 의미 있는 일이었다. 🇰🇷



출처 및 참고자료: ©국가기록원, ©서울역사편찬원, ©서울역사아카이브

젊은 이 다리, 우리 일을 보듬다 방화대교(榜花大橋)

이영천 | 작가

榜花(방화)는 '과거에 급제한 사람 중 나이가 가장 젊고 지체가 높은 사람'을 이르는 말이다. 북한산에서 발원해 너른 벌판을 적시며 굽이굽이 한강으로 흘러드는 창릉천 골자락에, 지체 높은 자리에 오르면 젊은 다리가 있다. 방화대교(榜花大橋)다. 한강을 횡단하는 다리 중 비교적 최근에 지어졌다. 서부 수도권에서 우리나라 관문인 인천공항을 오가는 고속도로 사절이다.

유려한 모습의 아치 트러스(Arch Truss)가 방화대교 형상을 대표한다. 둥그런 매무새가 榜花라는 말에 썩 잘 어울린다. 멋들어진 540m 길이 방화대교 중앙 구간이다. 붉은색 칠을 한 날렵한 모습으로, 이륙하는 비행기를 형상화하였다. 아치를 이루는 곡면강재 주 부재(rib)를 수평으로 연결하도록 짜 맞춘 K-트러스 형을 채택해 구성하였다. 하로(下路)교다. 아치 트러스 좌우에는 상로(上路) 트러스 거더를 이어 붙여 조화를 추구했다.



행주산성 꼭대기 오르는 길에서 바라본 방화대교. 인천공항 고속도로 사절답게, 날아오르는 비행기를 형상화한 아치 트러스로 중임을 장식한 유려한 모습. ©이영천

방화대교 나머지 구간은 강상형 거더(steel box girder)다. 하상 기초는 우물통 기초로 시공했고, 현장 타설 말뚝과 강관말뚝 기초를 혼용해 시공하였다. 교각이 서 있는 하상은 20m가 무른 퇴적층이고, 기반암은 그 밑으로 36~40m를 더 내려가야 했다. 기초 작업이 무척 난공사였음을 짐작하게 하는 대목이다. 인근엔 창릉천을 건너는 옛 널돌다리인 '강매석교'가 있어, 이 지역이 개성~서울을 잇는 주요 길목이었음을 고증하고 있다.

인천공항 고속도로는 1995년 12월에 착공하여 2000년 11월에 준공한 우리나라 '민간 투자 1호' 사업이다. 민간이 자본을 투자해 건설하고, 도로를 이용하는 차량으로부터 투자비에 상응하는 기간만큼 통행료를 받아 운영하는 방식이다. 개통 초기 비싼 통행료에 대한 거부반응으로 웃지 못할 여러 사건이 벌어지기도 했다. 올림픽대로와 자유로를 연결하며, 역시 민간 투자사업인 서울~문산 고속도로와 연결되어 있다. 향후 통일이 이뤄진다면, 북한으로 이어질 수도권 서북부의 한 축을 담당할 것으로 전망되는 고속도로다.

행주산에 서린 일

다리 바로 인근 북쪽에 덕양산(德陽山, 행주산)이 있다. 高陽(고양)은 高峰山(고봉산)의 高(고)와 德陽山(덕양산)의 陽(양)을 빌어와 생긴 지명이다. 덕양산은 궁성 한양의 외사산(外四山) 중 서쪽을 비보(裨補)하는 산이기도 하다. 일산(一山)이란 지명도 고봉산을 가리키는 데에서 유래하였다. 그만큼 두 산을 주요하게 여겼다는 방증이다.

행주산 자락에 행주나루가 앉아 있다. 겸재(謙齋) 정선(鄭善)이 그린 '행호관어도(杏湖觀漁圖)'를 보면, 행주나루 뒷배경을 이룬 행주산과 한강이 무척 아름다운 풍경을 연출한다. 그림 속 계절은 봄이다. 연초록 버드나무 잎이 일 년 중 가장 예쁘게 피어나는 계절이다. 한강에는 너른 모래사장이 있고, 강에는 배들이 유유자적 떠다닌다. 봄의 절정인 5월에 바다에서 한강으로 올라오는 잉어를 잡는 풍경이다. 행주나루 위로는 고관대작이 풍류를 즐기려고 지은 멋진 별서(別墅) 여럿이 앉아 있고, 숲은 우거져 짙푸르다. 나루터 역할을 하던 우뚝 솟은 바위가 왼편 아래에 보인다. 옆으로는 모래펄이 형성되어 있다. 그림 속엔 멀리 고봉산과 심학산, 개성 송악산까지가 어렴풋하다.

행주산에 산성이 재현되어 있다. 임진왜란 때 '행주대첩'이 벌어진 곳이다. 행주대첩은 임진왜란 3대 대첩(진주



옛 행주나루터. 겸재 정선의 '행호관어도'에 묘화된 바위가 서 있는 부근이나, 지금은 그 흔적을 찾을 수 없음. 앞에 보이는 다리가 방화대교. ©이영천

대첩, 한산도대첩, 행주대첩) 중 하나다. 조명연합군은 평양에서 후퇴하는 일본군을 급히 추격한다. 권율은 행주산성에 주둔하면서 연합군과 합세해 한양을 탈환할 방안을 모색 중이었다. 그러나 조명연합군이 고양 '벽제관 전투'에서 일본군에게 대패하고 만다. 이에 권율은 행주산성에 고립되어 버린다. 행주산은 높이 120m로 웅장하나 그리 높지 않은 평지에 들쭉한 산이다. 한강을 뒤에 두고 배수진을 친 형상이다. 산은 북서쪽으로 길게 열려있고, 동남쪽은 가파른 절벽으로 한강에 잇닿아있다. 북서쪽으로 열린 곳에 토성을 쌓아 방어벽을 구축한 형상이다.

이곳에 권율 3천 군사와 의병장 김천일과 승병장 처영이 거느린 군사 6천이 가세해 주둔하고 있었다. 주변에 살고 있던 수많은 백성도 남녀노소 가리지 않고 합류한다. 방어시설이라고는 토성이 유일인데, 성체가 너무 낮아 그 위에 목책을 쳐 보완한 수준이다. 일본군 우키다 히에이에게 수만 군사를 몰고 공격해 온다. 총 7번에 걸친 피비린내 나는 전투가 벌어진다. 조선군은 비격진천뢰와 신기전을 비롯해 천

차총통과 화차, 화살은 물론 돌과 바위, 불, 끓인 물까지 동원해 적을 막아낸다. 행주대첩 패배로 일본군은 3일 후에 한양을 비워주고 후퇴해야 했다.

행주대첩으로 생겨난 치마가 '행주치마'라는 말이 있다. 하지만 이는 낭설이다. 행주는 '원가를 닦는 헝겊'이라는 의미로, 말포(抹布)로 만든 치마라는 설이 유력하다. 또한 사찰에서 식사 공양하는 행자승이 걸쳐 입는 덧치마로 부엌일 하다가 손 닦는 용도로 걸



행주대첩도, 임진왜란 당시 치열했던 전투 장면을 그린 그림. ©문화재청

쳤던 것을 가리킨다는 설도 있다. 한마디로 서양에서 쓰는 '에이프런'이라는 이야기다. 하지만 백성들, 그것도 아녀자들이 전쟁에 이기기 위해 치마로 돌을 날랐다는 의미까지 퇴색되는 것은 아니다. 행주치마라는 말이 어디서 왔건, 그 정신만은 오롯이 살아 남아있다.

번성한 나루터

행주나루는 강화 산이포, 김포 전류리포구와 더불어 서울 양화진으로 가는 경강(京江) 조운의 중간 기착지 역할을 하던 큰 나루터 중 하나였다. 수천 명 인구가 살았으며, 나루터를 중심으로 저자가 발달해 있었다. 어물전은 물론이고 대장간에 색주가, 무당집까지 있었다.

또한 행주 서원이 있어 주변 교육 기능의 중심지였으며, 서양 종교가 먼저 들어온 곳 중 하나이기도 하다. 행주성당은 1910년에 지어졌다. 한옥으로 지은 당시 성당이 행주외동 언덕 위에 잘 보존되어 지금도 사용 중이다. 그만큼 행주나루는 열린 공간이었다. 밖에서 들어오는 물산과 문물, 문화와 사상의 중간 기착지가 행주나루다.

나라가 기울자, 단재 신채호 선생이 이곳 행주나루에서 망명길에 오른다. 도산 안창호 선생도 이곳에서 목선을 타고 망명길에 오르며, 억울하고 비통한 심경에 잠긴다. 그 절망적 상황을 거국가(去國歌)라는 노래에 담는다. 일명 '한반도 작별가'라고도 칭하는 노래는 4절까지다. 그중 1절은 아래와 같다.

"간다 간다 나는 간다 / 너를 두고 나는 간다 / 잠시 뜻을 얻었노라 / 깨달대는 이 사운이 / 나의 등을 밀어내서 / 너를 떠나가게 하니 / 일로부터 여러 해를 / 너를 보지 못할지나 / 그동안에 나는 오직 / 너를 위해 일할지니 / 나 간다고 서러워 마라 / 나의 사랑 한반도야"

한강 물이 수십cm 두께로 공공 언 거울에 얼음을 채취해 여름까지 보관하던 석빙고도 있었다. 얼음으로 물고기는 물론 각종 특산품을 저장·보관하는데 사용하였다. 행주나루 고유 민속으로 한강에 출몰하던 수적(水賊)을 몰아냈다는 데서 유래한 '12지신 불한당 물이 놀이'라는 특이한 풍속도 전한다. 행주나루에 위어소(鰲魚所)를 두어 어업과 수산자원은 물론 경강으로 드나드는 세곡선도 관리했다.

해마다 5월이면 많은 웅어가 잡혀, 임금께 진상하기도 했다. 행주나루 웅어는 나라 안에서도 소문난 특산품으로 명성을 떨친다. 이 밖에도 황복, 장어, 게 등 기수역(汽水域)에서 볼 수 있는 수많은 어종이 풍부해, 사시사철 어물전이 흥청거렸다. 이곳 어부들은 계절 따라 강 화도와 예성강이 만나는 바다까지 나가 어로

작업을 했다. 하지만 지금은 한강을 횡으로 가로지르는 '신곡수중보'로 한강 하류가 육화(陸化)하여 어종 다양성이 사라져 버렸다. 웅어도 예전의 맛을 잃어버렸다. 물의 흐름이 막힌 탓이다.

나라가 힘을 잃어 식민지 수탈체제에 빠짐에 따라, 한강을 운항하는 조운권마저 일제에 빼앗겨 버린다. 경강을 운항하는 일본 대형 상선에게 물류 운송권을 뒤통수 넘겨주어야 했다. 총칼과 자본, 침략적 제국주의 논리다. 그마저도 경인선과 경의선 철도가 만들어지면서, 나루는 더욱 쇠락의 길로 접어들어야만 했다. 행주나루에서 어업은 지금 겨우 명맥만 유지하는 수준이다. 풍성하게 잡히던 물고기를 추억할 뿐 옛이야기가 되어 버렸다. 행주나루 쇠락은 밀려든 근대화와 식민지 수탈이라는 역사의 파고를 기저에 깔고 앉은 셈이다.



행주나루로 들어 온 대표적 서구 문물의 흔적인 행주성당. ©이영천



창동천과 방화대교, 행주산과 주변 마을이 잘 보이는 항공사진. 강 건너 강서구 방화동에서 다리 아름을 빌어왔음. ©고양 사이버 역사박물관

행주나루 독립운동

행주나루는 1919년 3.1운동 때 '한강 선상 만세운동'을 벌일 만큼 독립과 민족자주의 힘이 강한 곳이었다. 일제 탄압과 강제진압을 피하려고 한강에 배를 띄워, 배 위에서 독립 만세를 외쳤다. 나루터 어선이 총동원된 만세 시위였다. 또한 캄캄한 한밤중에 횃불을 밝혀 행주산 꼭대기에 올라 만세를 불렀다. 임진왜란 때 행주산성 전투에서 죽은 왜군을 빗대어, 일제는 어서 빨리 물러가라 외치기도 했다.

서울 보성사(普成社)에서 독립선언서 2만 매를 인쇄해 배포한 '장호근 선생' 고향이 행주 내리(內里)다. 선생은 말년에 고향으로 낙향해, 1945년까지 식민지시기를 일기형식의 기록으로 남긴다. 선생의 일기는 국가등록 문화재(장호근 일기, 제74호, 2018.05.08)로 지정되어 있다. 내용은 '일제강점기 사회상과 국내외 정세, 독립운동에 대한 사실'들이 기록되어 있어 역사적 가치가 높은 사료로 평가받고 있다.

농민들을 위해 한강에 제방과 수리 시설, 관개시설을 만든 '이가순 선생'을 기리는 송덕비도 행주산성 역사공원 안에 서 있다. 선생은 원산에서 3.1운동을 주도하다 투옥되어 고초를 겪어야 했다. 옥살이를 마치고 당시 고양군 지도면 토당리로 이사와 자리 잡는다. 당시 한강 변 고양군 쪽 농토는 수리와 관개시설은 물론 제방도 변변치 못해 홍수에 속수무책이었다. 한강을 옆에 두고도 물 대기가 여의치 못해 소홀마저 엉망이었다. 선생은 개인 재산으로 황무지처럼 버려져 있던 이곳 인근 농토를 사들인다. 제방을 쌓고 수리 시설과 관개사업을 펼친다. 그러나 안타깝게도 수리 사업을 주관하던 중 1943년 생을 마감하고 만다.

의사였던 그의 아들 이원재가 아버지 뒤를 이어 사업을 완료하고 '고양군 수리조합'을 설립한다. 황무지 같던 땅이 옥토로 바뀐다. 고양시 쪽 한강 제방도 이때 같이 정비된다. 농민들이 그 공덕을 기려



장호근 선생 사진. 3.1 독립선언문을 인쇄한 보성사에 근무하면서 독립운동을 했고, 고향인 행주 내리로 낙향해 등록문화재가 된 일기를 남긴. ©이영천



한강 변에 수리 시설과 관개사업을 개인 재산을 들여 만든 이가순 선생을 기리는 송덕비. ©이영천

비를 세웠다. 세계적인 음악가 정명화, 정경화, 정명훈, 정명소는 이가순 선생의 외손들이다. 이들 어머니 이원숙 여사가 이원재 여동생이다.

방화대교가 지나는 곳에 행주산이 있다. 산은 이제 도로에 갇힌 섬 같다. 산을 감싸고 사방으로 달리는 빠른 차량의 움직임만 분주하다. 나루터는 쇠락해 흔적마저 찾아보기 쉽지 않게 되었다. 하지만 한강이 떠안아준 행주산과 나루터는 양양하다. 일본의 침략에 장렬하게 저항했던 올곧은 저항정신이 푸르게 살아남아 있다. 독립 만세를 외치던 의기가 아직도 쟁쟁하다. 드높게 솟은 행주대첩비가, 젊음으로 빛을 발하는 방화대교를 말없이 바라보고 있다. 그래서 한강이 더 질푸르고 유유히 보인다. 🇰🇷



행주산성 정상에서 서울과 한강, 고양시와 멀리 개성 송악을 바라보고 있는 행주대첩비. ©이영천

조선시대의 길(9)

길의 역사 18편

통신로의 발달 - 파발제도

파발(遞驛)은 조선 시대 통신제도의 한 유형이다. 군사 기밀문서를 신속히 전달하기 위해 설치한 통신제도로, 제도화된 것은 1597년(선조 30년) 정유재란 때 김응남, 한준겸 등이 기능이 유명무실화된 봉수제에 대신해 중국의 파발제를 도입하고자 건의하면서 비롯되었다. 물론 이전부터 급주, 곧 보발은 부분적으로 실시된 바 있었다.

전통적으로 변경 지역이나 수도에서 긴급한 상황이 발생했을 때 이를 전달하던 가장 신속한 통신수단은 봉수였다. 하지만 봉수는 비가 많이 오거나 안개가 짙게 끼었을 때는 효과가 감소했다. 더욱이 변경 지역 등에서 발생한 사건의 사정을 전달할 수 없다는 결정적 한계를 가지고 있었다.

따라서 봉수를 통한 연락 방식의 한계를 극복하기 위해 인력을 활용해 주요 정보를 전달할 필요가



파발제는 정보전달을 목적으로 개발되고 정착된 조선시대 통신 제도였다.

발생했다. 파발제는 이러한 목적에 따라 개발되고 정착된 통신 제도였다. '파발'이란 용어는 송나라가 설치했던 첩보 기관의 명칭에서 비롯되었다. 파발은 말을 타고 소식을 전달하는 기발(騎發)과 사람이 도보로 소식을 전달하는 보발(步發)이 있었다. 파발의 임무는 병조에서 총괄했으며, 역참(驛站)을 중심으로 이루어졌다. 조선 후기에는 전국에 194개의 역참을 설치해 파발 제도를 운영했다. 194개의 역참은 3개의 대로(大路)와 지역에 따라 직로(直路)와 간로(間路)를 설치해 파발 조직망을 구성했다.

파발 임무를 수행하는 역참을 발참(撥站)으로 부르기도 했다. 발참에는 파발군이 편성되어 있었는데, 발장(撥將)을 중심으로 5명의 발군(撥軍)이 배치되어 있었다. 파발군에는 원칙적으로 글을 읽을 수 있고, 무예도 뛰어난 자들이 선발되었다. 파발을 통해 연락하는 횟수가 증가하고 심지어 중요도가 낮은 사문서도 이들을 통해 연락하면서 파발군들은 과중한 업무에 시달렸다. 이러한 한계에도 불구하고 파발제는 봉수제(烽燧制)와 함께 조선 시대 정보 전달 체계의 중심이었다.

은평파발축제

조선시대 파발의 근간인 서발의 첫 역참지인 구파발의 지리적 역사성을 재조명하고, 통일을 염원하는 파발 길놀이단의 재현을 통해 파발제의 참모습을 대내외 알려 우리의 전통 문화를 계승 발전시키고자 하는 은평구의 대표적인 지역 전통 문화축제이다. 구파발 지역에 있는 서발은 서울의 끝에서 의주에 이르는 대로의 첫 역참지이며 대륙으로 통하는 길목으로 지리적 역사적으로 매우 중요한 곳이다.



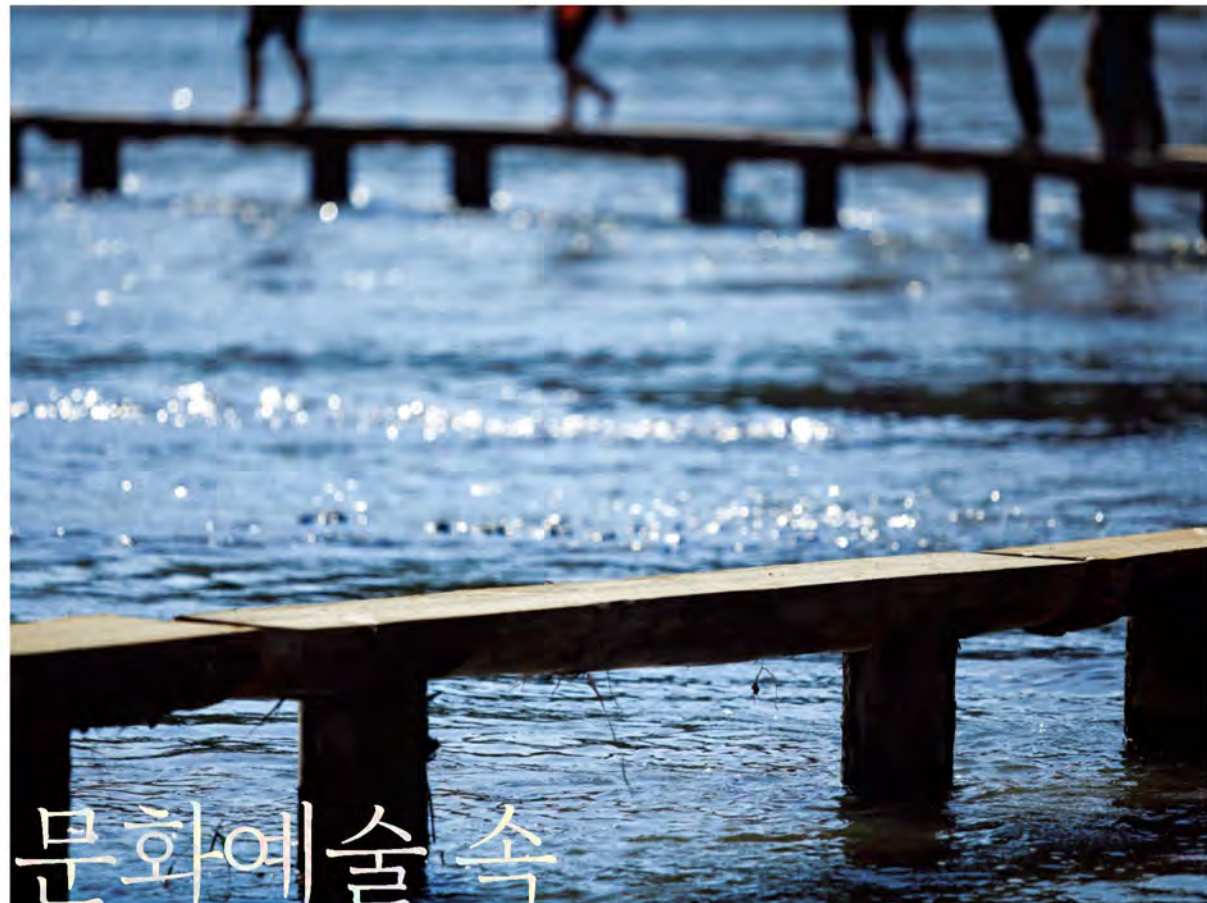
조선시대 통신제도인 파발을 소재로 한 전통문화 축제가 역참이 있던 서울 은평 지역에서 개최되고 있다. (출처: 은평구청)



(다음 호에 계속) 조선시대의 길(10) - 길의 역사 19편

참고자료

- 국립중앙박물관 - 한국민족문화대백과사전 - 은평구청 홈페이지 - 은평문화재단 홈페이지



교량의 미학

문학(시, 수필, 소설) · 미술(회화, 조소, 공예, 영상) · 공연(연극, 영화, 음악, 무용, 축제)

작품 속 교량의 미학적 가치를 찾아서

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

[출처: 위키백과]

연재를 시작하며...

해마다 봄이 되면 설렘으로 심장이 가득 차올라 살랑이는 바람에도 정수리부터 발뒤꿈치까지 온몸이 기분 좋게 간질거린다. 무엇이든 다 잘 해낼 것만 같고 그 무엇을 꿈꾸든 멋지게 완성될 것만 같은 희망과 소망과 용기와 의지가 샘솟는다. 완전한 봄을 상징하는 3, 4, 5월은 움츠린 꽃봉오리에서 찬란하게 만개한 아름다운 꽃을 꿈꿔보는 호사를 누리는 시기이고 계절이다. 올해부터 저자 문지영은 이곳 도로교통협회지에 새로운 꽃을 피우길 고대한다. 문화 부문에서 도로와 인문학의 큰 꼭지 아래 <문화예술 속 교량의 미학>이라는 거창한 이름을 붙여보았다. 시간과 지면이 허락하는 날까지 이 미지(未知)의 동산(洞山)을 독자들과 함께 산책(散策)하고자 한다. 앞으로 동행할 이 길이 꽃길이 되기를 소망하며.

문학(시, 소설, 수필) · 미술(회화, 조소, 공예, 영상) · 공연(연극, 영화, 음악, 무용, 축제) 작품 속에서 교량의 미학적 가치를 찾아내는 흥미로운 탐험 길이 펼쳐질 것이다. 구체적인 큰 그림 없이 우선은 출발해 본다. 은은하고 매혹적인 꽃향기 맡으며, 지저귀는 새 소리에 귀 기울이며, 피톤치드 가득한 숲속의 연록이들을 온몸으로 느끼고 상상하며, 한 번씩 봄비에 흠뻑 젖어보기도 하고, 꽃가루에 연신 재채기도 해가면서, 한 걸음씩 자연스럽게 무리하지 않으면서 과정을 충분히 즐기면서 나아갈 예정이다. 독자 여러분께서도 편안한 마음으로 물 따라 바람 따라 여행하듯 동행(同行)하시길 바란다. 간단명료하게 설명하자면, 토목공학의 꽃이자 대표구조물인 '교량'을 대상으로, '기술적'인 지식에 바탕을 두고 '인문학적'인 이야기거리를 융합하며, 중간중간에 '미적(美的)'인 접근과 설명을 다양한 예술작품을 통해 때로는 저자의 그림 작품과 함께 다채롭고 변화무쌍하게 펼쳐놓을 예정이다.

저자 문지영은 글 쓰는 작가이자 그림을 그리는 화가로 활동 중이다. 대표 저술서로는 ■내려놓기(2022년, 교보eBook 전자책) ■상상 그 이상, 조선시대 교량의 비밀(2012년 초판, 2022년 초판3쇄, 2013년 문화체육관광부 우수학술도서 선정) ■미학적으로 교량보기(2014년 초판, 2015년 대한민국학술원 우수학술도서 자연과학부문 선정, 2014년 대한토목학회 저술상 수상) ■자연과 문명의 조화, 토목공학(2015년 초판, 2018년 개정판 공저, 초판3쇄+2판3쇄, 2018년 개정판 공저, 2016년 대한민국학술원 우수학술도서 자연과학부문 선정) ■숫자로 보는 대한토목학회 70년(토목 70년(1951-2021), 그리고...)(2021년 공저, e-book+paper book) ■내가 사랑한 디노베이터 Design Innovator I loved(2020년 공저) ■서울대학교 토목공학의 100년 돌아보기(2016년 공저) ■생각을 말해보(2015년 공저) ■현대 경관을 보는 열두 가지 시선(2006년 공저) 등이 있으며 ■다리 구조 교과서(2017년)는 감수했다. 화가로서의 활동은 준비 중이다. 유튜브 <나답게: 토목과 디자인 그리고 조경의 경계를 넘나드는 삶(2022년)>(https://youtu.be/njbSnpKd6g4) 영상에 보다 자세한 저자 소개를 담았다.

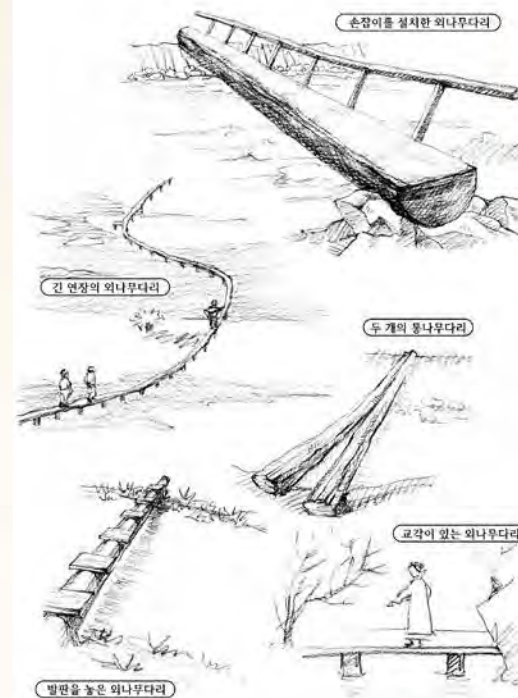
문지영 | 작가

외고, 예술학박사, 조경학석사, 공학박사
(sieyoungmoon@gmail.com)



인생은 외나무다리 위를 걷는 것과 같다. 나 혼자 나만이 걸어갈 수 있는 좁디좁은 다리 위를 위태롭게 한 발 한 발 내디디며 나아가고 그렇게 하루하루 살아간다. 타인과 어깨를 나란히 하고 손잡고 걸어갈 수 없는 교량의 태생적? 한계인 교폭(橋幅; 다리 위 교면의 폭원) 때문에 각자가 혼자 가야만 한다. 앞으로 뒤로 줄줄이 함께 걸어갈 수도 있지만 서로의 보폭이 엉키는 날에는 모두가 다 같이 다리 위에서 떨어지기엔 심상이다. 외나무다리 아래가 협곡의 낭떠러지라면 특히나 조심해야 한다. 그렇다고 외나무다리 위 거닐기가 마냥 위험한 것만은 아니다. 걸어가다 보면 얇은 개울 위에 놓이기도 하니 혹은 무늬만 다리인 팽지 위 외나무다리를 통과할 수도 있으니, 설사 떨어지더라도 다시 올라오면 그만이다. 튼튼하고 안전하게 가설된 외나무다리를 만나면 두 다리에 힘을 주지 않아도 편하게 지나갈 수 있다. 동그랗고 미끄러운 통나무다리를 그대로 쓰러뜨려 놓은 것이 아닌, 교면 위를 평평하게 재가공한 외나무다리 혹은 판판한 목재를 겹겹이 깔음이나 발판으로 올려놓은 다리, 왼발과 오른발의 자연스러운 이동을 위해 통나무 두 개를 왼쪽용 오른쪽용으로 나란히 준비해 놓은 다리(이 경우는 단 하나의 목재가 아닌 두 개가 모여 하나의 외나무다리를 만든), 길게 늘어진 현수곡선 덩굴을 양측에 혹은 한쪽 측면에 손잡이로 준비해 놓거나, 가는 목재를 수직과 수평으로 혹은 경사를 두고 손스침 높이에 난간으로 설치하기도 했으니, 이런 편리한 교량 구간을 만나면 감사하며 지나가면 된다. 어떤 외나무다리 길은 꽃밭 위에 놓여 걸어가는 내내 흥이 나고 향기가 가득하다. 일부러라도 오래 머물며 감상하고픈 마음이 들기도 하지만 내 뒤에 따라오는 이가 있다면 길을 막고 내 기분만을 욕심낼 수 없는 노릇이다. 그래도 앞뒤로 동행하는 이들과 함께 조금씩은 머물러도 보고 천천히도 걸어가 보면서 풍경이 주는 유일무이(唯一無二)한 순간의 아름다움을 만끽하는 지혜를 발휘하길 바란다.

태초의 외나무다리는 조그마한 개울에 걸쳐 놓은 통나무다리로부터 출발하지 않았을까? 나무 한 그루를 덜컹 베어서 가로로 눕혀 꿰어진 이곳과 저곳을 건너갈 수 있게끔 용도들 급하게 변경한 구조재로서의 존재가 바로 이 통나무다리



〈그림1〉 여러 가지 형태의 외나무다리 스케치 (©문지영 그림)

이며 원시 외나무다리였을 것이다. 징검다리(汀橋)와 함께 태초의 다리(교량)로 쓰였으리라. 시간이 흐르고 인간의 지혜와 기술, 재료의 개발과 구조 발달이 더해져 외나무다리가 더욱 튼튼해지고 길어지고 넓어지면서 오늘날의 거대한 장대교량으로 발전과 변신을 거듭했음은 자명하다. 외나무다리의 원재료는 '나무(木)'다. 나무는 석재(돌)나 오늘날의 철근콘크리트 재료 등의 교량과는 확연히 다른 물성(物性)을 갖고 있다. 영구불변이 아닌 생물, 부식, 파괴, 소멸에 취약한 연약성(軟弱性)을 지닌다. 인생길 또한 비슷하지 않나 싶다. 언제 어디에서 어떻게 쓰러지거나 부러질지도 모르는 게 인생이니, 매일 매 순간에 감사하고 겸손해야만 하는 게 인생길이기도 하니 더욱 그러하다. '인생길, 외나무다리 길과 놀랍게도 똑 닮아있다.'

외나무다리 위를 걷는 방향은 원웨이 즉 일방향(一方向)이다. 한 사람만이 지날 수 있는 길이기엔 갑자기 방향을 180도 틀어 거꾸로 가기에는 무리가 있다. 뒤

66

인생길 또한 비슷하지 않나 싶다. 언제 어디에서 어떻게 쓰러지거나 부러질지도 모르는 게 인생이니, 매일 매 순간에 감사하고 겸손해야만 하는 게 인생길이기도 하니 더욱 그러하다.

99

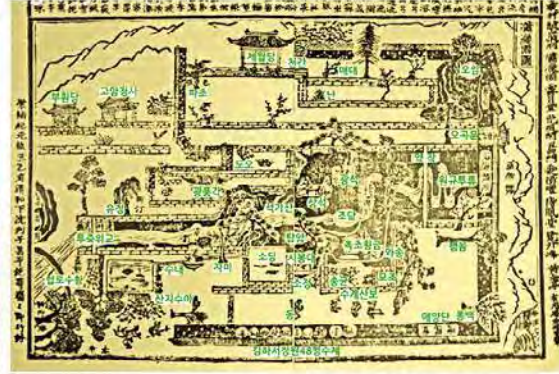
따르는 이가 없다면 다시 뒤로 돌아가는 것이 일정 구간에서는 가능할 수 있긴 하다. 옛 속담에 '원수는 외나무다리에서 만난다.'라고 했다. 걸어가는 방향이 다른 둘이 하필이면 외나무다리 위에서 만나는 거다. 이러지도 저러지도 못하는 상황. 그러나 놀랍게도 옛 선조들은 긴 외나무다리 길에서는 중간중간에 결다리(공간)를 놓아두었다. 멀리서 오는 원수를 보면 잠시 다리 외곽(옆)으로 비켜서서 그분(원수 외)이 먼저 지나가게끔 배려하는 장치를 마련했는데, 이마저도 없는 위태로운 장소에서 원수를 갑자기 정면으로 마주하게 된다면? 독자들의 지혜에 해답을 맡겨본다.

외나무다리는 위태롭다. 형태가 그러하다. 따라서 다리 위를 뛰어갈 수가 없다. 상황에 따라 빨리 걷기는 가능하겠으나 무리하면 바로 낙교(落橋)를 경험하게 된다. 급해도 천천히 균형을 잘 잡아가며 걸어야 안전하다.

외나무다리를 이용한 존재는 사람만이 아니었다. 과



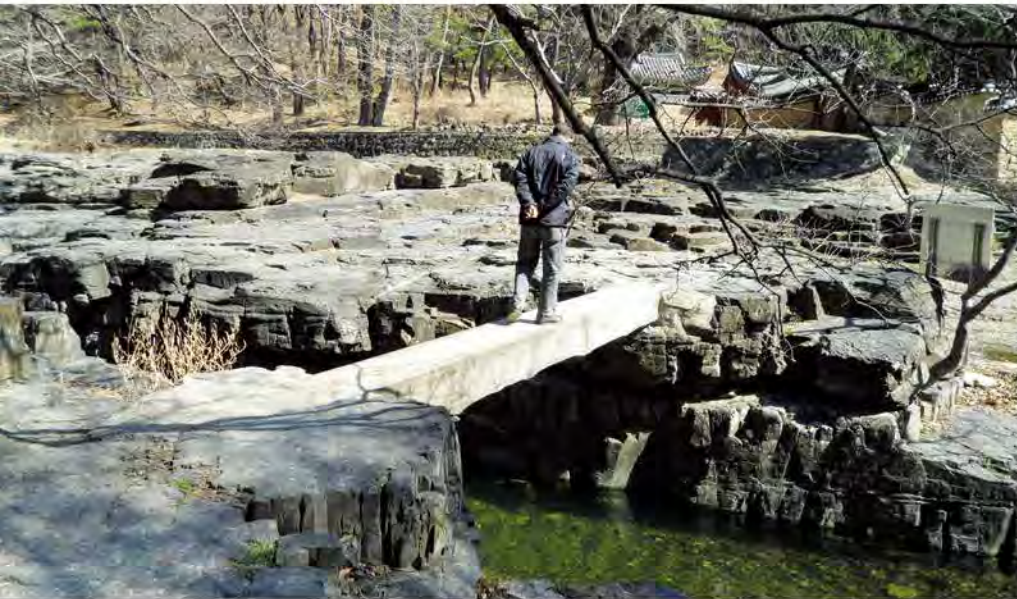
〈그림2〉 동자견려도 (©童子牽馬圖 부분, 김시 작)



〈그림3〉 소쇄원도 속 외나무다리(약작) 위치도 (©게티이미지코리아)

거 동물들도 외나무다리를 건넜다(그림2). 소나 말을 이끌거나 직접 타고 다리 위를 지나갔는데, 말이 통하지 않는 동물과 좁디좁은 다리 위를 통과할 때면 두 손과 두 발에 힘이 흥건하게 차올랐으리라. 어떻게 잘 건너간단? 이 또한 지혜롭게? 지혜가 없다면 바지를 걷어붙이고 물속으로 성큼성큼 걸어 들어가거나 헤엄 치며 이동했겠지?

옥산서원 앞 외나무다리는 그 의미가 남다르다.¹⁾ 서원으로 글공부하러 오는 학생들은 이 외나무다리를 건너며 정신을 집중해야 한다. 다리 아래로 흐르는 2미터 높이의 깊고 빠르게 가파른 계곡물에 잡념을 모두 흘려버리고 오로지 공부를 위한 정갈하고 곧은 마음만을 다잡아 다리를 건넌다. 외나무다리 바로 옆 용추(폭포가 떨어지는 곳)에서는 우렁찬 물소리가 다리를



〈사진1〉 옥산서원 외나무다리 (©문지영)



〈사진2〉 소쇄원 외나무다리(약작) (©문지영)

66

서원으로 가는 길은 많았다.
그러나 선조들은 이 외나무다리를
일부러 그곳에 위치시킴으로서
정신을 수양하게 장치를 걸어 놓았다.

99

건너는 이들의 심장을 조여준다. 이 외나무다리를 건너 서원으로 오는 루트가 정코스인데, 놀랍게도 현장에 직접 가서 보거나 도면을 구해서 혹은 구글맵의 드론뷰로 확인해보면, 꼭 이 외나무다리를 건너야만 서원에 도착할 수 있는 것은 아니었다. 서원으로 가는 길은 많았다. 그러나 선조들은 이 외나무다리를 일부러 그곳에 위치시킴으로서 정신을 수양하게 장치를 걸어 놓았다. 즉 의미론적(意味論的)인 대상으로서의 교량과 서원의 조경설계 의도를 읽고 확인할 수 있다. 담양 소쇄원에 가면 위교(危橋, 위태로운 교량, 약작)가 놓인 물줄기 상류에 외나무다리(약작)가 놓여있다. 아슬아슬하게 놓인 외나무다리인데, 세속의 번거로움이 스미지 못하게 하는 상징적인 의미로 해석할 수 있다. 앞선 옥산서원의 외나무다리에도 비슷한 뜻을 지니고 있는데, 다리를 통과하면서 정신을 집중하는 효과와 다리 아래로 흐르는 물줄기에 세상사 온갖 번뇌를 떨쳐버리고 맑은 정신으로 몸과 마음을 구하라는 의미가 공존한다. 개심사와 해인사 등 사찰(刹)에서도 수로 위 외나무다리를 종종 볼 수 있는데 아슬아슬한 용도와 의미로 쓰인다.

하근찬의 대표 단편소설 〈수난시대(受難時代)〉(사진 3)에는 일제강점기와 한국전쟁으로 피해를 입은 삶을 또 다른 연장선상에서 헤쳐 나가야만 하는 고통을 의미하는 '외나무다리'가 등장한다. 일제강점기에 강제노역으로 끌려가 노동 중에 한쪽 팔을 잃은 아버지가 아들이 6·25전쟁에서 돌아온다는 소식을 듣고는 외나무다리를 건너 아들을 마중하러 간다. 외나무다리 아래로 떨어졌던 기억을 씁쓸하게 떠올리면서, 일종의 복선으로 보인다. 한국전쟁 참전으로 한쪽 다리를 잃은 외다리의 아들과 재회한 아버지는 망연자실하여서 할 말을 잃는다. 팔 하나가 없는 아버지와 다리 하나가 없는 아들. 서로는 서로의 가슴을 각자 서럽게 쓸

1) 문지영(2022 초판 3쇄, 2012 초판), 『상상 그 이상, 조선시대 교량의 비밀』, 서울: 도서출판 씨아이밀, pp.63, 64



〈사진3〉 수난시대 단편소설

어내린다. 다리가 하나 없는 아들을 한 팔만으로 업고 위태롭게 아까 지나왔던 그 외나무다리를 건너 집으로 돌아가는 장면에서는 읽는 내내 가슴이 조마조마했다. 얼마나 서글프고 힘들었을까... 작가의 설정에기가 막혔다.

외나무다리는 홍수가 날 때면 하천의 금물살에 떠내려가기 일쑤였다. 따라서 지역 마을 주민들은 때가 되면 다 같이 다리를 복구하는 일에 애써야 했다. 이후 승려(僧侶)들이 주축을 이루어 튼튼한 홍예(拱) 돌다리(석교)가 가설되는 발전을 보이게 되는데, 그 이전엔 해마다 때마다 다리놓기가 행사였다. 이왕이면 즐겁게 다리를 가설하기 위해 지역 주민들은 흥을 북돋우며 즐겁게 일하기를 원했을 것이다. 그것이 지역 축제까지 발전했을 가능성도 커 보인다. 노동요(勞動謠)도 신나게 부르면서 힘을 내면서 단합했겠지? 대표적인 다리 축제로는 '무섬 외나무다리 축제'가 있다(사진4, 사진5). 외나무다리 외 다리를 매개로 하는 지역전통축제와 행사는 더 많이 다양하게 존재하는데, 다른 호에서 메인 주제로 다시 한번 다루겠다.

66

한국전쟁 참전으로 한쪽 다리를 잃은 외다리의 아들과 재회한 아버지는 망연자실하여서 할 말을 잃는다. 팔 하나가 없는 아버지와 다리 하나가 없는 아들. 서로는 서로의 가슴을 각자 서럽게 쓸어내린다.

99



〈사진4〉 무섬외나무다리축제 (©영주시 공식블로그)



〈사진5〉 무섬외나무다리축제 (©포토에세이 블로그)



〈그림4〉 매화초옥도 (©梅花草屋圖, 전기 작, 19세기 중엽, 국립중앙박물관 소장)

조선시대의 회화(繪畵) 속 외나무다리는 풍경화(風景畵) 속에 남몰래 슬쩍 등장하는 단골손님이다.²⁾ 매화초옥도(梅花草屋圖) 좌측 하단 코너에 등장한 다리는 교폭이 넓은 편에 속한다. 하나의 통나무다리를 외나무다리로 명명하는 것과는 구분 지어 설명하자면, 이 그림 속 교량은 홀로(외) 통행할 수 있는 외나무다리로 이해하면 된다. 정확하게는 목재형교이긴 하다. 잔뜩 찌푸린 하늘을 배경으로 눈송이처럼 황홀하게 핀 매화가 화면 전체를 화사하게 장식한다. 산 손 초옥에는 문을 활짝 열어 놓은 채 피리를 불고 있는 선비가 다리가 놓인 쪽을 바라보며 앉아있다. 다리 위 인물은 거문고를 매고 있으며 다리를 건너서 가족 속 안물을 만나러 가는 중으로 보인다. 김창원(2010)³⁾은 그림에

서 다리가 현실과 이상세계를 연결해주는 통로에 해당한다고 말했다. 거문고를 지닌 이가 현실 세계에서 온 인물이고, 초옥 속 피리 부는 선비는 이상세계의 표상으로 보인다. 다리 위 인물의 외투는 밝은 선홍색으로 채색되었다. 반가운 존재감으로 느껴지는 부분이다(그림4).

외나무다리는 다리 자체의 외관에 집중하기에는 그 존재가 화려하지 않다. 도리어 교량 외 주변 정황에 더 관심이 간다. 외길 외나무다리 위 인생, 근본적으로는 혼자 걸어가더라도 주변의 수려한 경치를 감상하며 즐겁게 거닐기, 내 앞 내 뒤의 사람들과 암묵적인 동행으로 외로움 벗어나기, 여러 외길이 한 곳에서 만나는 교차점에서 새롭게 만나게 되는 이들과 가볍게 인사 나누기, 무엇보다도 내가 걷는 이 길이 꽃길이라 생각하며 행복한 마음으로 인생 외길을 험차게 걸어가길 응원한다(그림5).

2) 문지영(2022 초판 3쇄, 2012 초판), 『상상 그 이상, 조선시대 교량의 비밀』, 서울: 도서출판 사이아일, pp.194-213
3) 김창원(2010), 『산수화와 산수시조에서 자연과 세계의 갈등구도와 그 형상화 방식』, 한국사조학회, p.170



〈그림5〉 아름다운 꽃이 가득한 외나무다리 위 인생길 (©문지영 그림)

지속가능한 길 4편 도로와 인간과 문화

노르웨이 국립관광도로와 핀란드 그린 하이웨이

손원표 | 길 문화연구원장

프롤로그

2000년대에 들어서 소득증대에 따라 종래의 ‘양’ 중심에서 ‘질’ 중심으로 삶의 패러다임이 바뀌고 있다. 또한, 지구온난화에 따른 지구환경의 급속한 변화는 지속가능한 도로환경 조성에도 변화를 가져와 기능성, 이동성 일변도에서 벗어나 ‘보고 느끼고 머물 수 있는’ 도로에 대한 요구가 증대되고 있다. 따라서 ‘길’을 매개체로 풍요로운 삶을 영위할 수 있도록 접근성이 향상된 관광도로와 경관도로의 필요성이 대두되고 있다.

궁극적으로는 생활의 여유를 즐기려는 사람들에게는 매력적인 관광 드라이브의 경험을 제공하고 지역경제 활성화에 이바지할 수 있으며, 아름다운 자연자원과 경관자원, 역사문화 자원을 가진 도로 기반시설을 SOC 복지 차원으로 높여 도로를 새로운 체험 공간으로 인식시켜야 한다.

한편, 노르웨이에서는 경관적 매력을 특징짓는 요소인 산, 폭포, 피오르, 해안선을 따라 이어지는 우

회도로(detour)에서 자연과 어우러지는 최상의 드라이빙 경험을 제공하는 국립 관광도로 사업을 추진하고 있다. 아름다운 자연, 길, 건축, 예술의 조화를 통해 노르웨이 여행자들에게 즐거운 자연의 경험을 제공하고 있는 것은 우리가 눈여겨보아야 할 좋은 사례이다.

노르웨이 국립관광도로;

National Tourist Routes

피오르(Fjord)¹⁾로 명성이 높은 노르웨이는 아름다운 협곡과 험준한 산악으로 이루어진 자연경관을 따라 18개의 관광 루트를 개발하였으며, 각각의 루트에서 도로와 자연, 역사가 만들어 낸 경관을 복합적으로 체험할 수 있다.

국립 관광도로 사업은 ‘관광을 통한 지역경제 활성화, 매력적인 관광 드라이브 경험 제공과 전원 주거인구 확대, 젊은 건축가의 육성, Building of new brand of Norway’ 등의 목적으로 추진되었

다. 본 사업은 1994년에 착수하여 2023년 완료 예정으로 현재 200여 개 프로젝트가 진행되었으며, 도로·건축·예술·통신·관광·마케팅·비즈니스 분야가 참여하여 전형적인 협업 형태를 이루고 있는 것이 특징이다.

노르웨이는 1980년 ~ 1990년대 관광 경쟁력 저하로 1994년 노르웨이 의회에서 관광을 3대 육성산업 부문으로 선정하는 등 대책을 마련하게 됐으며, 도로와 관광을 결합한 개발사업을 발의하여 현재까지 추진하고 있다.



1994년 노르웨이 의회에서 3대 육성사업을 위해 국립 관광도로 사업을 개발하였다.

이 사업의 컨셉은 노르웨이의 경관적 매력을 특징짓는 요소인 산, 폭포, 피오르, 해안선을 따라 개설된 우회도로에 건축적/예술적 아름다움을 가미하여 자연과 어우러지는 최상의 드라이빙 경험을 제공하는 것으로 ‘Provide Best Drive Experience’라고 하며, 지역 연계 관광사업으로 피오르패스(FJORD PASS)를 국립 관광도로 주변 120개 호텔



피오르 노르웨이와 피오르 패스

과 제휴하여 영국·독일 등과 연계한 관광프로그램으로 운영하고 있다.

아틀랜틱 도로

이러한 노르웨이 국립 관광도로 가운데 대표적으로 알려진 곳이 대서양 쪽 북해 해안에 개설된 ‘아틀랜틱 도로(Atlanterhavsvegen)’로 바닷가를 따라 일곱 개 교량의 아치가 바다의 가장자리에 있는 섬과 바위가 많은 작은 섬 사이의 웅장한 전망을 연출하고 있다. 노선의 중심에 있는 스토르세순드브루아 Storeisumdbrua(총연장 260m, 중앙경간 130m) 교량은 ‘너울’을 형상화한 구조물로 아틀랜틱 도로에서 절정을 이루고 있으며, 특히 ‘너울’은 공중으로 솟아올랐다가 정점에서 떨어지는 형상으로 디자인하여 자연과 인공이 조화를 이룬 뛰어난 구조물로 평가되고 있다.

이 노선은 달리는 기능에 집착하는 전통적인 도로의 패러다임을 전환한 컨셉으로, 도로와 바다, 주변 자연이 하나가 되어 오감으로 느끼는 ‘환상적인



아틀랜틱 도로의 스토르세순드브루아교

1) 피오르(Fjord) 또는 피오르드 또는 협만은 빙하로 만들어진 좁고 깊은 만을 말한다. 옛날 빙하로 말미암아 생긴 U자 모양의 골짜기에, 빙하기 종결 이후 빙하가 녹아 해안선이 상승하면서 바닷물이 침입한 것이다.

체험공간'으로 자리 잡고 있다. 2005년 아틀랜틱 도로에는 '세기의 노르웨이 건축기념물'로 지정되었으며, 세계에서 '가장 아름다운 자동차 여행 코스'로 알려져 있다. 이곳의 시설물들은 절제되고 간결한 디자인 사상을 바탕에 두고 창작되었으며, 도로 개설 시 절취되고 남은 바위의 일부도 밀어내지 않고 도로변에 그대로 두어 자연의 한 조각도 원형 그대로 소중히 여기는 노르웨이 사람들의 자연사랑 정신을 느낄 수 있다.

가이랭거~트롤스티겐 도로

노르웨이 북부지역에 위치한 가이랭거~트롤스티겐 도로는 급경사의 계곡지역을 운전하며 자연의 웅장함과 역동성, 숨 막히는 피오르를 체험할 수 있다. 루트로 63번인 본 도로는 피오르 협곡으로 중간에 도로가 단절되어 다시 우회도로를 이용하여 접근해야 한다. 가이랭거(Geiranger) 피

오르는 2005년 유네스코 세계유산 목록에 포함되었으며, 아찔한 전망대로 유명한 트롤스티겐(Trollstigenroad) 도로는 '요정의 길'로 불리는 험한 지형으로 1936년 11개소의 급커브가 건설되었다.

트롤스티겐 고원에는 현대적인 디자인을 반영한 건축물, 산책로, 조망시설을 설치하여 방문객을 끌어들이고 있다. 특히 자연에 대한 경의심을 자아내게 하는 웅장하고 거대한 경관을 체험할 수 있으며, 도로의 최상부에 조망시설과 휴식공간을 설치하여 방문객에게 계곡과 폭포 등의 조망점을 제공하고 있다. 아울러 가파른 산비탈과 수직 경사면에 설치된 '오르네비겐(Ørnevigen)'이라는 조망시설에서는 아래로 내려다보는 자릿한 경관을 체험할 수 있는데, 조망시설은 오르네비겐 도로의 가장 꼭대기에 위치하여 숨이 막힐 만큼 아름다운 경관을 제공하며, 가이랭거 방향으로 피오르와 함께 Seven Sisters와 Knivsflå 산악지역의 가파른 언덕과 폭포를 조망할 수 있는 곳이다.



가이랭거~트롤스티겐 도로를 통해 자연의 웅장함과 역동적인 피오르를 체험할 수 있다.



트롤스티겐 고원의 오르네비겐 조망시설

가믈레슈트린펠스베겐 도로

가믈레슈트린펠스베겐 도로는 1881년 지역주민과 스웨덴의 건설노동자들에 의해 공사가 시작되어 1884년에 완성되었다. 가믈레슈트린펠스베겐은 100년 이상의 역사를 경험할 수 있는 지역으로 도로의 동쪽 끝에 있는 Grotli는 수 세기 동안 동쪽에서 서쪽으로 오는 여행객들의 모이는 장소로 인기가 많으며, 꼼꼼하게 만든 돌담과 계곡의 긴 행렬은 고원을 가로질러 이어지고 있어 가을의 경치가 수려하여 많은 관광객이 찾아오고 있다. 이곳에서 바라보는 Øvstefoss 폭포는 여행객들에게 감탄을 자아내게 하는 수려한 경관으로 도로에 인접한 산책로를 따라 칠레난간 조망시설이 조성되어 있으며 눈앞에서 폭포의 강렬함을 경험할 수 있다. 또한, Strynsvatnet 호수 동쪽에 자리한 전원마을은 수려한 경관을 연출하며, 도로에 설치되어 있는



가믈레슈트린펠스베겐 도로를 통해 자연경관의 수려함을 확인할 수 있다.

자연적으로 세워진 노숙방호시설은 자연과 조화를 이루는 마음으로 사물을 바라보는 북유럽 사람들의 자연철학이 묻어나는 한 장면으로 표현된다.



Strynsvatnet 호수 동쪽 도로에 설치된 자연석을 통해 북유럽 사람들의 자연철학을 느낄 수 있다.

Sognefjellet 도로

Sognefjellet 도로는 세계에서 가장 길고 깊은 송네피오르(Sognefjord, 길이 204km, 최대수심 1,308m)에 인접한 루트이다. 수 세기 동안 노르웨이의 동쪽과 서쪽을 연결하는 도로로서 북유럽의 가장 높은 산인 해발 1,434m을 통과한다. Sognefjellet 도로는 동쪽의 울창한 Bøverdalen 계곡에서 시작하여 빙하의 탁 트인 전경을 조망할 수 있는 고원과 계곡을 지나 Sognefjord로 연결되며, 노르웨이의 지붕을 가로지르며 피오르와 계곡, 다양한 자연과 문화유산을 체험할 수 있는 구간이다.



Sognefjellet 도로 루트에 있는 Lom시의 Leirdalen에 있는 숨겨진 소나무 숲에 자리 잡은 휴게소는 나무와 지형을 모티브로 하여 디자인을 도입하였으며, Vegaskjelet의 조망시설은 관목 숲 위로 충분한 높이를 확보하고 주변의 자연경관과 계곡을 아래로 내려다보는 부감경(俯瞰景)을 고려하여 설치되어 뛰어난 경관을 연출한다.

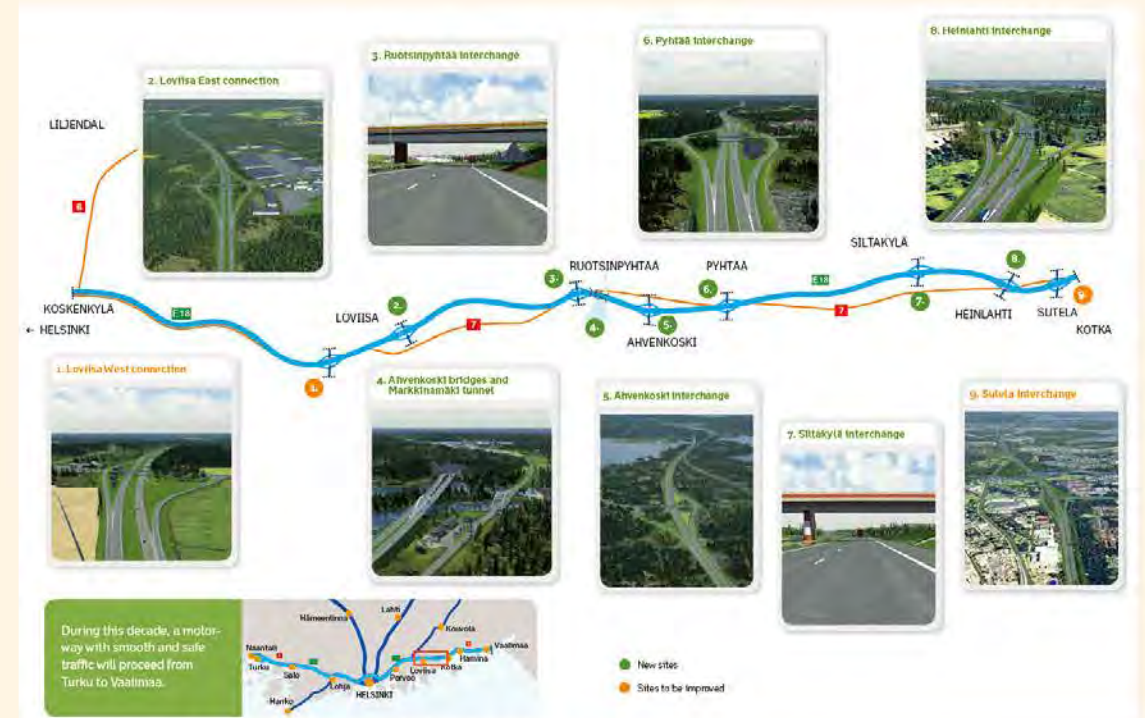


숲 속 휴게소와 조망시설

핀란드 Green Highway Project

생태환경으로 이름 높은 핀란드에서는 동쪽 방향으로 발트해를 따라 러시아와 연결되는 E18 Green Highway Project를 통해 친환경 고속도로를 조성하였다. 이 프로젝트는 기존 고속도로 17km 구간을 개량하고 노선을 변경하여 36km 구간을 신설하는 사업으로, 생태환경 보전을 정책의 최우선으로 추구하는 국가답게 세계 최초로 친환경성을 확보한 고속도로라고 평가받고 있다. 프로젝트는 계획단계에서부터 도로건설이 자연환경에 미치는 영향, 도로에서 발생하는 소음 저감대책, 해당 지역에 서식하는 고유종인 무스 등 포유류에 대한 이동경로 확보 등 해결책을 수립하여 반영하고 있다. 특히, 일찌감치 탄소저감형 도로를 선언하며 중단선형을 구간별로 개량하고 차량 주행 시 탄소배출을 저감하는 노력을 하고 있으며, 지구온난화에 의한 기후변화를 선제적으로 대비하는 관점에서 도로사업을 추진하고 있는 점이 돋보였다.

핀란드 Green Highway는 인위적으로 처리하지 않고 자연스러운 모습의 노출암반을 도로경관 일부로 포함하였다. 특히 우리나라는 암 절취 면에 지나치게 과다한 보호 공법을 적용하기 때문에 자연경관 훼손, 도로 이용자에게 주는 심리적 압박감, 유지관리 사각지대 등이 발생하여 핀란드의 노출암반 도로경관을 국내 도입할 수 있는 방안을 검토해 볼 필요도 있어 보였다.



핀란드는 E18 Green Highway Project를 통해 친환경 고속도로를 조성하였다.



핀란드의 고속도로



노출암반을 도입한 도로경관



손원표
길 문화연구원장
공학박사
기술사(도로/교통)
(wpsahon54@naver.com)

새만금 내부 연결하는 대동맥, 십자형 도로 완성

— 새만금 남북도로 1단계 개통 —



“내년 세계잼버리대회 개최 전(7월)까지
남북도로 2단계도 완전 개통”
“새만금 내부개발 가속화 및 민간투자 촉진 기대”



새만금 내부를 동서·남북으로 연결하는 십자형(十) 도로 완공이 눈앞으로 다가왔다. 새만금 남북도로 사업은 전북 부안군에서 군산 새만금 산업단지까지 총연장 27.1km를 6~8차로 규모로 조성하는 프로젝트다. 새만금 내부간선 기능을 확보하고 주변 용지 개발을 촉진하기 위해 추진됐다.

새만금 남북도로 1단계 개통

새만금개발청은 2020년 십자형 도로의 가로축인 동서도로를 개통한 데 이어, 세로축인 남북도로의 1단계 사업을 완료하고, 12월 29일부터 개통하였다. 남북도로는 전북 군산(국도 21호선)과 부안(국도 30호선)을 총 27.1km로 연결하는 도로로, 새만금 산업연구용지·복합개발용지·관광레저용지·농생명용지 등 새만금 사업지역을 세로로 관통하는 도로이다.

남북도로는 1단계, 2단계로 나누어 건설 중이며, 1단계 3공구와 4공구는 각각 DL이앤씨, SK에코플랜트가 2단계 1공구와 2공구는 각각 롯데건설, 포스코이앤씨가 맡았다. 이번에 개통한 1단계는 새만금 산업연구용지에서 동서도로까지 12.7km를 연결하는 구간으로 2017년 12월 착공 이후 6,010억 원을 투입해 왕복 8차로로 준공했다. 2단계는 동서도로에서 농생명용지를 지나 관광레저용지까지 14.4km(6차선)를

연결하는 구간이며, 세계잼버리대회 개최 전인 2023년 7월 준공할 계획이다. 새만금개발청은 남북도로를 효율적으로 관리하기 위해 국토교통부와 협의해 2021년 6월 국도 4호선으로 지정·고시한 바 있다.

남북도로 1단계 구간은 기업 유치가 한창인 산업연구용지와 다양한 개발사업이 추진 중인 복합개발용지를 연결하고, 공항·철도·항만 등 주요 기반시설과도 연계되어 내부개발 가속화는 물론 민간의 투자 결정에도 큰 영향을 미칠 것으로 기대된다. 이를 통해 지역경제에 활력을 불어넣는 데도 기여할 전망이다.

DL이앤씨가 준공한 만경대교

DL이앤씨가 전라북도 최대 속원사업 중 하나인 ‘새만금 남북도로 건설공사 사업’의 1단계 구간(제3공구)을 준공했다. 도로 기능성 향상을 위한 설계를 바탕으로 가변속도제어기와 자동



돌발감지시스템, 염수분사시스템 등 사물인터넷(IoT) 기반의 첨단 교통안전 시설물을 곳곳에 설치해 안전하면서도 편리한 도로를 선보였다. 특히 DL이앤씨는 새만금 만경대교(1,968m) 구간에 세계 최초의 '비대칭 리버스 아치교(총길이 723m)'를 세워 새만금의 랜드마크로 조성했다. 리버스 아치교는 그 이름처럼 활을 뒤집어 놓은 초승달 모양으로 아름다운 새만금의 물길을 품고 있는 듯한 차별화한 디자인이 특징이다. 또한 인근 공항을 오가는 항공기의 비행 안전성을 확보하기 위해 창의적인 비대칭 상부 구조형식을 채택했다.

앞서 DL이앤씨는 전남 여수와 광양을 잇는 국내 최장 현수교인 이순신대교(2013년), 유럽과 아시아 대륙을 연결하는 세계 최장 현수교인 튀르키예 차나칼레대교(2022년)를 선보인 바 있다. 이어 새만금 만경대교에서 비대칭 리버스 아치교를 완성하며 세계 최고 수준의 특수 교량 기술력을 다시 한 번 과시했다.

트라이포트를 연결하는 새만금의 도로

한편, 새만금에는 주요 도로와 함께 항만, 공항, 철도 등 트라이포트 구축 사업이 속도감 있게 진행되고 있다. 2022년 10월에 1조 원 규모의 '지역 간 연결도로 건설사업'이 기획재정부 예비타당성 조사를 통과하고, 12월 설계비 등 36억 원 예산이 반영됨에 따라 내년에 즉시 사업에 착수할 수 있게 되었다. 참고로 지역 간 연결도로 건설사업은 새만금 중심지역인 2권역(수변도시)·3권역(관광레저지역, 잼버리 예정지 포함)과 주변 국도를 연결(20.7km)하는 프로젝트이다.

아울러 신항만은 해수부에서 5만 톤급 선박이 접안할 수 있는 부두 2선석을 건설 중이며, 2026년 개항을 목표로 하고 있다. 국제공항은 국토교통부가 2022년 6월 기본계획을 확정하고 2029년 개항을 목표로 추진 중이며, 인입철도는 지난해 말 예비타당성조사를 통과하고 현재는 기본계획 수립 중으로, 2030년까지 구축할 계획이다.



포스코이앤씨가 시공한 새만금 동진대교 상판 연결 완료, 2단계 개통도 눈앞

새만금개발청과 포스코건설은 남북도로 2단계 건설공사의 마지막 연결구간인 새만금 동진대교의 교량상판 중앙 접속부를 연결하는 콘크리트 타설공사를 성공적으로 마쳤다고 밝혔다. 단절되었던 남북도로의 마지막 구간이 드디어 연결됨에 따라, 동서도로와 함께 새만금의 교통 중심축인 십자형(十) 도로가 제 모습을 갖추게 되었다. 새만금 동진대교는 총연장이 1,258m에 달하며, 2개의 주탑에서 케이블로

교량의 상판을 지지하는 사장교 형식으로 건설했다. 교량의 상판은 2개의 주탑에서 이동식거푸집을 이용해 양방향으로 4m 단위로 콘크리트를 타설·양생하는 과정을 반복해서 교량상판을 이어가는 FCM(Free Cantilever Method) 공법으로 시공하고 있다. 교량 상판은 주탑별로 48개의 세그먼트로 나누어 시공하였으며, 금번 교량 정중앙 49번째 세그먼트에 대한 콘크리트 타설로 교량상판 연결을 완료하였다. 사장교 케이블은 주탑별로 총 96개가 설치 완료되었다. 🇰🇷



자료와 사진을 제공해준 새만금개발청과 DL이앤씨, ㈜포스코이앤씨에 깊이 감사드립니다.

자전거 도로 정보 5편 - 금강자전거길 -



문화와 생태의 비단물길을 따라 달린다

대청댐에서 시작하여 1,500년 전 백제의 고도로 시간여행을 떠나는 금강자전거길은 과거와 현재가 공존하는 공주와 부여를 지난 금강하구둑이 만들어 놓은 금강호와 가창오리들이 만들어낸 경이로운 날갯짓을 보며 대장정의 막을 내린다.

역사와 문화! 그리고 자연이 살아 숨 쉬는 순례와 탐방의 길!

역사 속에서 문화로 되살아난 백제의 숨결을 따라, 시인의 노래와 작가의 이야기가 이어지며 살아 숨 쉬는 자연의 조화로움이 이방인과의 경계를 허물어 버리듯 한 폭의 그림으로 펼쳐진다.

THEMA

① 무덤 속에서 되살아난 백제의 문화

공산성 주차장에서 출발한 자전거길은 도심을 산책하듯 달려 무령왕릉이 자리한 송산리 고분군에 도착한다. 발굴 당시 전 세계 고고학계를 흥분하게 했던 무령왕릉은 왕이 살던 공산성에서 걸어서 10분 거리다. 1971년 송산리 고분군의 6호분 배수시설 공사 중에 도굴된 흔적이 없는 처녀분에서 백제 무령왕과 왕비의 무덤이라는 자석이 발견되면서 백제의 화려한 문화가 시공을 뛰어넘어 세상에 그 화려한 모습을 드러냈다.

② 큰 나라가 있는 강, 백마강

부소산 정상에서 해가 쏙 솟는 순간은 부여 여행에서 빼놓을 수 없는 황홀경이다. 겹질을 깨고 새로운 생명체가 태어나듯 불쑥 솟은 해가 백마강을 황금빛으로 채색한다. 마치 성왕이 백제로 도읍을 옮기던 그날의 영광을 재현하기라도 하듯 구드레나루에서 출항한 황포돛배의 돛도 황금색으로 들뜬다. 백제가 역사에서 사라지던 그날처럼 부소산을 뒤덮은 구름이 화염처럼 붉게 물들고 물안개가 연기처럼 피어올라 삼천궁녀의 전설이 서린 낙화암과 백제의 흥망성쇠를 지켜본 고란사를 감싼다.

③ 수만 마리 가창오리의 황홀한 군무

작은 점이 모이고 흩어지고 다시 모이면서 만들어내는 군무는 세상에서 가장 경이로운 공연. 먹구름처럼 하늘을 빈틈없이 까맣게 수놓았던 가창오리 군단이 금강 독을 넘어 서천과 군산의 논으로 사라진 순간 금강독의 갈꽃과 억새꽃이 비로소 가창오리의 군무가 연출하는 감동에 몸을 부르르 뒤흔든다.

참고자료

- 자전거 행복나눔 누리집(www.bike.go.kr)
- 네이버지도(map.naver.com)

(다음 호에 계속) - 자전거 도로 정보 6편



AI 전쟁, 마이크로소프트와 구글, 네이버 미래 생존을 두고 한판

도안구 | 테크수다 대표

2022년 11월 오픈AI라는 회사가 선보인 챗 GPT(ChatGPT) 이후 AI에 대한 관심이 그 어느 때보다 뜨겁다. 다윗과 골리앗의 싸움인가? 아니면 골리앗 대 골리앗의 싸움일까. 분명한 건 세기의 AI 전쟁이 시작되었다는 점이다. 인터넷 검색 점유율 3% 기업인 마이크로소프트가 93%의 구글을 향해 돌진하고 있다. 구글의 아성은 결단코 흔들리지 않을 것 같았다. 특히나 인공지능의 대표주자는 구글이었다. 하지만 판이 흔들리고 있다. 93%의 철옹성에 금이 간 것인지 아니면 금이 가길 바란 것인지 시장이 반응은 냉담하다.

도전자는 게임의 룰을 바꿨다. 자기 대신 나설 스타트업을 전면에 배치했다. 자본과 연구, 서비스를 위한 인프라를 투자한다. 그 회사가 오픈AI다. 또 오픈AI가 만든 대화형 서비스인 ChatGPT를 대중에게 공개하면서 동시에 자사가 보유한 모든 자원에

이 스타트업과 연구한 성과들을 모두 적용한다. 시장은 열광하고 있다. 물론 조연들도 많다. 메타(페이스북), 아마존과 아마존웹서비스, 오픈AI 투자가였다가 나와 AI 서비스를 만들겠다는 일론 머스크 테슬라 CEO도 있다. 카메라 앵글을 국내로 돌리면 네이버와 네이버 클라우드, 카카오와 카카오브레인, SK텔레콤과 SK하이닉스 등도 등장한다.

먼저 가장 주목받고 있는 도전자

마이크로소프트의 최근 행보를 살펴보자

“검색의 새로운 패러다임이 시작됐고, 새로운 날이 밝았다. 인공지능(AI)은 가장 큰 범주인 검색을 시작으로 모든 소프트웨어 범주를 근본적으로 변화시킬 것이다.” 지난 2월 9일, 사티아 나델라(Satya Nadella) 마이크로소프트 CEO 겸 이사회 의장이 구글을 향해 선전포고를 올리며 한 말이다. 그는



▲미국 워싱턴주 레드몬드에 위치한 마이크로소프트 본사에서 사티아 나델라(Satya Nadella) 마이크로소프트 CEO 겸 이사회 의장이 새로운 버전의 자사 검색엔진 Bing을 소개하고 있다.

또 “마이크로소프트는 사람들이 검색과 웹에서 더 많은 것을 얻을 수 있도록 돕기 위해 ‘AI 보조 부조종사(AI copilot)’와 대화형 채팅으로 구동되는 새로운 Bing과 엣지를 소개한다”고 밝혔다.

마이크로소프트가 이 프로젝트에 얼마나 의미를 부여하는지는 그 모델명을 살펴봐도 알 수 있다. 바로 ‘프로메테우스’이다. 인간에게 불을 선물했다가 신들이 저주받았던 바로 그 프로메테우스 말이다.

- 챗GPT보다 뛰어난 성능의 프로메테우스 모델 적용...빠르고 정확한 검색, 채팅, 콘텐츠 생성 가능
- AI가 검색 결과 찾아 요약하고, 정확도 등 묻는 대화로 보다 완벽한 답에 쉽고 가깝게 접근
- 엣지에도 AI 적용돼 긴 문서 요약부터 콘텐츠 초안 작성까지 돕는 새로운 브라우저 경험 제공

이런 성과들은 모두 오픈AI라는 인공지능 스타트업과 협력한 이후에 벌어지고 있다. 마이크로소프트는 가장 최근인 2023년 1월 23일 100억 달러(12조 5,000억 원) 규모의 세 번째 투자 계획을 발표했다. 연구에 필요한 대규모 컴퓨팅 자원과 외부

서비스를 위한 협력, 그리고 관련 서비스는 마이크로소프트 애저(Azure)라는 클라우드 서비스에서만 제공된다는 게 핵심이다. 마이크로소프트는 스타트업과 손을 잡고 AI 생태계를 빠르게 키우고 확산시키면서 동시에 구글의 최고 수익원이자 절대적인 시장 점유율을 확보한 검색과 광고 시장을 겨냥하고 있다. 이를 가능케 한 건 클라우드 사업이다.

현재 월 활성 사용자 1억 명이 사용하는 챗GPT는 마이크로소프트 클라우드 인프라인 애저 위에서 서비스되고 있다. 무료로 사용자를 모은 후 이를 유료화하는 방식은 아주 전통적인 사업 모델이다. 오픈AI도 이를 따르고 있다. 최근 오픈AI는 월 20달러 구독 방식으로 ‘챗GPT 플러스’ 유료 서비스 도입 계획을 발표했다.

마이크로소프트는 또 최근 클라우드 상품으로 ‘애저 오픈AI 서비스’를 선보였다. 이 서비스는 오픈AI와 성과들을 마이크로소프트 애저 고객들에게 판매하기 위해 만들어진 상품이다. 관련 서비스는 ① GPT-3.5, 코덱스, 달라2 등 가장 진보한 AI 모델 애저서 활용 가능, 자체 가드레일로 책임 있게 운영 ② 21년 11월에 첫 공개 이후 프리뷰를 통해 무브워스, KPMG, 카맥스 등 광범위한 활용 사례 구축 ③ 접근하기 위해선 개발자가 별도 신청 통해 사용 목적 등 설명, 콘텐츠 필터 등 악용 방지 기능 강화 등을 포함하고 있다.

관련 업계에서는 마이크로소프트가 3월 안에 워드, 파워포인트, 아웃룩, 팀즈와 같은 핵심 앱에 ChatGPT가 통합된 기능을 공개하기 위해 막바지 작업을 진행하고 있다고 보고 있다. 예를 들어 파

워포인트에서는 간단한 문장이나 몇 가지 키워드만으로 템플릿을 생성해주고 엑셀 호환용 그래프와 Dall-E를 이용해 이미지를 생성해 주는 기능이 가능할 것으로 보고 있다. 또 자사가 보유한 내부 솔루션과 서비스에도 두 회사의 성과들을 적용하고 있다. 협업 서비스인 '팀즈 프리미엄'을 선보이면서 월 10달러의 비용으로 다 많은 고급 기능을 사용토록 했다. 이미 코딩 분야에서는 '깃허브 코파일럿'을 선보였다. 기존 코드 맥락을 이해하고 추가적인 코드와 기능을 제안한다. 또 개발자가 자연어로 설명해 코드를 추가할 수 있다.

구글의 반격은 얼마나 강력할까?

인공지능 하면 구글이었다. 구글은 검색, 지도, 스마트폰인 '픽셀', 구글 포토, 유튜브, 구글 어시스턴트, 지메일, 광고, 클라우드 등 제공하는 모든 서비스에 AI를 적용해 왔다.¹⁾

위에 거론된 서비스 대부분은 모두 B2C 성향이다. 마이크로소프트가 인터넷과 온라인 광고, 모바일 분야 등에서 참패하고 B2B 시장으로 그 사업 영역을 다진 것과는 전혀 다른 행보였다.

물론 챗GPT에 놀란 건 대중과 미디어뿐만이 아니다. 구글도 마찬가지다. 최근 구글 내부에 비상 상황을 알리는 '코드 레드'를 발령했다는 소식이 전해졌다. 2019년 일선에서 물러난 구글 창업자 세르게이 브린과 래리 페이지에게 순다 피차이가 자문했다는 소식이었다. 심지어 최근엔 순다 피차이 현 구글 CEO를 해고하고 새로운 인물이 말아야 한다는 소리까지 나오고 있다.

구글 AI팀은 크게 미국 조직과 영국의 답마인드가

서로 협력과 선의의 경쟁을 하는 구조다. 답마인드는 이세돌 9단과 겨룬 알파고를 만든 당사자다. 이런 체제인 탓에 구글의 대응은 양방향이다. 답마인드는 바둑을 잘 두기도 하지만 게임도 잘한다. 지난해에는 알파폴드라는 알고리즘을 발표해 인류에게 알려진 거의 모든 단백질의 3D 구조를 예측했다. 이를 통해 말라리아 백신 개발, 항생제 내성 퇴치, 플라스틱 오염 해결을 위해 노력하는 과학자들에게 도움을 주고 있다. 구글 내부에서는 대규모 전력 설비가 들어가는 데이터센터의 열 이슈를 처리하기도 했다.

이런 답마인드가 챗GPT에 대응하기 위해 '스패로우'(Sparrow)라는 서비스를 올해 중 프라이빗 베타 버전으로 선보일지 고민하고 있다고 최근 <타임>과의 인터뷰에서 밝혔다. 스패로우는 답마인드가 개발한 언어 모델 친칠라(ChinChilla)를 기반으로 한 인공지능 챗봇이다. 챗GPT와는 다르게 인터넷 검색도 사용해 답변한 내용에 대한 소스를 공개해 거짓 정보 관련 이슈를 최소화할 구상이라고 한다. 이 서비스가 나올 경우 챗GPT 학습에 쓰인 GPT-3는 매개변수가 1,750억 개인 데 반해 스패로우 친칠라는 매개변수가 700억 개이기 때문에 무조건 파라미터가 많아야 성능이 뛰어나다는 통념이 깨질지도 판전 포인트다.

이밖에 구글은 마이크로소프트가 오픈AI와 전략적 제휴를 단행한 후 그 성과들을 외부에 공개하는 것과 동일한 전략을 빠르게 펼치고 있다. 구글은 2023년 2월 오픈AI 출산들이 나가서 만든 앤스로픽(Anthropic)에 4억 달러를 투자한다고 밝혔다. 앤스로픽은 2021년 설립된 회사로, 챗GPT에 맞설



'클로드'라는 챗봇을 특정 사용자들만 사용할 수 있도록 테스트 버전을 공개했다. 투자금은 구글 클라우드 컴퓨팅 자원을 활용하는 비용으로 사용될 것으로 보인다.

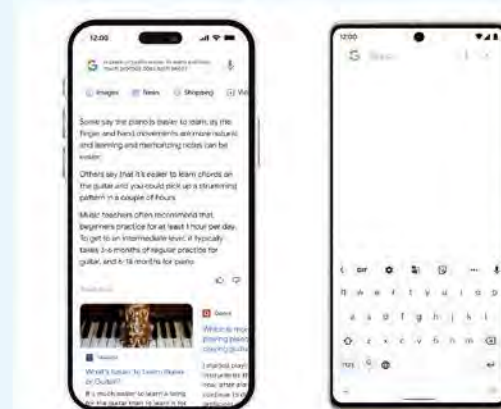
앤스로픽은 자사 인공지능 성능 개선을 위해 구글 클라우드 인프라를 활용할 것으로 보인다. 구글은 답마인드와 협업하면서 그래픽 카드 이외에 추론을 위한 별도 반도체를 설계해 공개했다. 바로

'TPU'(Tensor Processing Unit)다. 자연어 처리와 추천 시스템, 컴퓨터 비전과 같은 대규모 AI 모델을 구동할 때 사용한다. 지난해 버전 4를 선보였고 이는 구글 클라우드 고객들이 활용할 수 있다.

구글은 클라우드 분야에서는 후발주자다. 아마존 웹서비스와 마이크로소프트 애저에 비해 뒤처져 있다. 하지만 클라우드 사업에 힘을 쏟으면서 유튜브와 같은 매출 규모를 만들어 냈다. 구글 클라우드는 문서 처리를 위한 Doc AI, 콜센터 운영을 위한 문의센터 AI, 동영상과 이미지 분석을 위한 '버텍스 비전 AI', 100개 이상의 언어 번역을 위한 번역 허브와 같은 서비스를 제공하고 있다.

구글은 지난 2월 8일 프랑스 파리에서 이용자들이 정보를 편리하게 찾고 이용할 수 있도록 구글 검색과 번역 등 다양한 제품에 새롭게 추가된 기능을 발표하는 행사를 진행했다.

구글이 ChatGPT 대항마로 내세운 건 챗봇 '바드(Bard)'다. 실시간 정보를 전하고 다양한 웹 링크로 출처도 제공한다. 대화형 AI로 거대언어모델 '랍다'



▲인사이드를 찾을 때 검색의 AI 기능은 정보를 추출하여 큰 그림을 볼 수 있도록 도와준다.

1) <https://blog.google/technology/ai/9-ways-we-use-ai-in-our-products>

를 기반으로 했다. 거대 언어 모델(LLM)은 대량의 텍스트를 학습해 글과 말의 뉘앙스를 학습하고 하나 이상의 문장을 보고 다음에 어떤 단어가 나올지 예측하는 머신 러닝의 한 형태로 현재 가장 인기가 있는 건 구글이 만든 트랜스포머 모델이다.

하지만 시연 행사 전날 공개한 구글의 바드 공식 홍보 자료에 답변에 대한 오답이 나온 게 확인되면서 주가가 10% 빠지기도 했다.

구글은 바드를 필두로 구글 검색과 렌즈, 구글 번역, 구글 지도 등에 인공지능 관련 서비스들이 녹아들어 가 있다는 걸 부각했다. 구글 검색은 텍스트와 이미지를 동시에 사용하는 새로운 검색 방법인 멀티서치를 구글 앱에서 렌즈를 사용해 사진을 찍거나 스크린샷을 사용할 때 이용할 수 있도록 했다. 또 내 근처에서 멀티서치(Multisearch near me), 웹 멀티서치(Multisearch on the web), 안드로이드 기기에서 구글 렌즈 앱을 사용하여 화면 검색하기, 구글 렌즈 사용 통계 등도 선보였다. 구글 번역은 문맥에 맞는 번역 옵션, 새로운 디자인 기능, 구글 렌즈의 번역 기능 등 개선사항을 소개했다. 구글 지도는 런던, 로스앤젤레스, 뉴욕, 샌프란시스코, 도쿄 등 5개 도시에서 출시될 몰입형 뷰 기능과, 바르셀로나, 마드리드, 더블린을 비롯한 유럽의 더 많은 지역에서 활용가능한 라이브 뷰 기능은 전세계 도시 내 1,000개 이상 새로운 공항, 기차역, 쇼핑몰로 확장된다.

국내에서는 네이버가?

국내에서는 네이버의 대응이 가장 주목할 만하다. 네이버는 2022년 말 인공지능 관련 조직을 네이버 클라우드 소속으로 바꿨다. AI 조직을 클라우드 사업부 소속으로 바꿔 본격적인 수익화는 물론 국내

AI 생태계 조성에 적극 나서겠다는 의미로 해석된다. 그간의 성과에 대해 엿볼 수 있는 자리도 최근 국내에 마련되었다.

네이버는 국내 최대 규모의 개발자 컨퍼런스 DEVVIEW 2023에서 오는 7월 하이퍼클로바X를 공개하겠다고 밝혔다. 하이퍼클로바X는 고객이 자체 보유한 데이터를 하이퍼클로바와 결합해 사용자 요구에 맞는 응답을 즉각 제공할 수 있도록 업그레이드한 초대규모 AI라고 네이버는 소개했다. 김유원 네이버 클라우드 대표는 “개별 서비스부터 특정 기업 또는 국가 단위까지 누구나 저마다 목적에 최적화된 AI 프로젝트를 만들어 더 큰 가치를 창출할 새로운 사업 기회를 만들 수 있을 것으로 기대한다”고 말했다.



▲네이버가 7월 공개할 '하이퍼클로바X'

성낙호 하이퍼스케일 AI 기술 총괄은 기능성·안정성 모두를 확보한 하이퍼클로바X의 경쟁력과 강점에 관해 설명했다. 그는 “하이퍼클로바X는 ‘챗GPT’ 대비 한국어를 6,500배 더 많이 학습하고 사용자가 바라는 AI의 모습을 발현시킬 수 있도록 개선된 AI인 만큼, 작은 양의 데이터라도 고객이 보유한 데이터와 결합하면 특정 서비스나 기업 등 해당 영역

에 최적화된 초대규모 AI 프로젝트 구축이 가능하다”며 “사용자 니즈에 맞는 응답을 다양한 인터페이스로 즉각 제공할 수 있도록 업그레이드했다”고 설명했다. 또 이런 서비스를 위해서는 대규모 하드웨어 인프라 지원도 필수라며 AI 반도체 솔루션과 하이퍼스케일 IDC에 관해서도 소개했다. 특히 “삼성전자와 함께 LLM(대규모언어모델)의 연산과 학습, 추론에 필요한 기능을 모두 갖추면서도, 기존 GPU 대비 1/10 크기의 모델 사이즈, 4배 이상의 전력 효율성을 갖춘 경량화 된 AI 반도체 솔루션을 만들고 있다”며 “올해 오픈할 하이퍼스케일 IDC ‘각세종’의 경우 AI 인프라를 효율적으로 제공하기 위해 안정적인 전원 용량 확보 및 냉방 기술을 갖췄으며, 이번 AI 반도체 솔루션을 각 세종에서 운영할 경우 기존 GPU 대비 4배 더 큰 운영 규모를 갖춰 더 효율적이고 안정적인 운영이 가능할 것”이라 설명했다.

네이버는 검색 분야 새로운 프로젝트인 ‘Search GPT’도 소개했다. ‘SearchGPT 프로젝트’는 하이퍼클로바를 네이버 검색에 특화한 검색 대규모 언어 모델(Search LLM) ‘오션(OCEAN)’을 백본(backbone)으로 활용한다. 이를 바탕으로 네이버가 20년간 축적한 사용자의 검색 흐름 데이터를 모델링해 사용자가 검색 목적을 달성할 수 있게 최적의 경로를 안내하며, 이를 통해 검색 의도와 결과를 더 잘 이해하고 신뢰성이 강조된 답변을 생성할 수 있게 하는 기술이다.

챗GPT ‘AI 전쟁’은 시작되었다

2023년은 AI 시장을 연 첫해로 역사에 기록될지도 모른다. 기업 간 장군과 명군이 이어지고 조원들의 반란도 예상된다. 그만큼 인터넷, 모바일의 등장처



럼 초기 기회를 잡는 이들이 시장을 주도할 거라는 걸 다들 잘 알고 있기 때문이다. 가장 좋은 방법은 관련 서비스들을 사용해 보면서 우리 업무와 우리 업종에 어떻게 적용하면 좋을지 고민하고 확산하는 것이다. 요즘처럼 고 정주영 현대그룹 창업자의 말이 잘 통하던 시대도 없는 거 같다. “임자 해봤어?” 구경은 그만하고 우리 모두 몸을 던져보자. 🇰🇷



글쓴이 도안구는 ‘유쾌한 기술 이야기’를 모토로 내건 <테크수다>의 대표 겸 편집장이다. 정보통신 분야 전문기자로 24년째 활동 중이다. <정보시대>를 거쳐 <블로터닷넷> 창간 멤버로 참여했고, 이후 국내 유일의 소프트웨어 개발 잡지인 <마이크로소프트웨어> 편집장을 거쳤다. 한국 기자로는 처음으로 페이스북 라이브 방송 기능을 활용해 라이브 인터뷰, 현장 중계를 국내외에서 진행해 왔다.

(eyeball@techsuda.com)

등하굣길 어린이를 지켜주는 발명품 뭐가 있지?

스쿨존 내 필수 시설을 강조하고 교통사고 처벌을 강화했지만 일부 지역에서 스쿨존 내 사고가 오히려 증가한 것으로 나타났다고 해요. 이를 방지하고 우리 아이들의 안전한 등하굣길을 책임질 새로운 교통안전 기술을 알아볼까요?



1. 등하굣길 로봇 친구 '로팻'

어린이가 로팻을 어깨에 얹고 사전에 등록된 안전 확인 지점에 가까이 가면 로팻이 진동하여 어린이에게 주의를 줍니다. 또한 학부모는 어플을 통해 아이의 위치와 등하교 기록 데이터를 실시간으로 확인할 수 있습니다.

2. 스쿨존 교통사고 예방 '라이다'

'라이다(LIDAR)'는 레이저를 목표물에 비춰 되돌아오는 속도를 계산해 물체와의 거리, 크기 및 속도 등을 감지하는 기술입니다. LED전광판 등을 통해 교통 안전정보를 음성과 화면으로 전달하는 시스템인 '스마트 횡단보도'와 연계하면, 과속차량, 무단횡단 보행자 발생 등의 안전정보 전달이 가능해 교통사고 발생을 줄일 수 있습니다.

3. 스몸비 안전사고 예방 '바닥신호등'

'스몸비족'은 스마트폰에 주의를 빼앗겨 횡단보도를 건너는 사람을 말하는데요, 바닥신호등은 횡단보도의 점자블럭 주위 보행자 대기선에 매립 설치된 보행신호등입니다. 이 바닥신호등은 횡단보도 신호등과 똑같은 색으로 바뀌어 바닥으로 시선이 가 있는 '스몸비족'이나 시야가 땅과 가까운 어린이의 교통사고 원인을 사전에 제거할 수 있습니다.



오늘 소개해드릴 스마트한 기술들이 아이들뿐만 아니라 모두의 교통안전에 지켜주길 바랍니다.

출처 : 특허청, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)

2023년 달라지는 교통 관련 제도 4가지

2023년 달라지는 교통 관련 제도에는 어떤 것
들이 있을까요?



1. 우회전 전용 신호등 설치

- 적색신호에 우회전할 때 정지 후 진행해야 하지만, 2023년 1월 21일까지의 규정이 정지 여부에 대해 명확하지 않다는 의견 반영
- (적색신호) 차마는 정지선, 횡단보도 및 교차로의 직전에서 정지해야 함. 다만, 신호에 따라 진행하는 다른 차마의 교통을 방해하지 아니하고 우회전 가능
- 2023년 1월 22일부터 운전자는 차량 신호등이 적색일 때 우회전하는 경우 정지선, 횡단보도 및 교차로 직전에서 정지한 후 우회전해야 함 (도로교통법 시행규칙 별표2)

2. 차로 통행 준수의무 위반 시 벌칙 신설

- 차선을 계속 밟고 주행하는 등 차로통행 준수의무를 위반하는 행위에 대한 범칙금과 벌점 신설 (2023년 1월 1일 시행)
- 차선을 물고 주행하는 등 차로로 통행할 의무를 위반하는 행위는 교통안전에 위협이 되므로, 범칙 금액 등을 설정하여 교통안전 확보하기 위함 (도로교통법 제14조(차로의 설치 등) 제2항)

3. 주·정차된 차량손괴 후 인적사항 제공의무 위반 시 범칙금 부과

- '자전거 및 손수레 등' 운전자가 주차·정차된 차량을 손괴 후 인적사항 제공의무 위반시의 범칙금(6만원) 신설 (2023년 1월 1일 시행)
- 개정 전 도로교통법에서는 '자전거 및 손수레 등' 차종에 대한 범칙금액이 규정되어 있지 않아 범칙금을 부과할 수 없고, 정식 형사절차에 의한 형사처분만 가능했던 불합리 개선

4. 음주운전 가중처벌 규정 위헌사유 보완규정 시행

- 2회 이상 음주운전 또는 측정 불응 시 가중처벌하는 벌칙 규정에 대한 위헌 사유를 보완한 개정 규칙 시행(2023년 4월 4일 시행, 도로교통법 제148조의2 제1항)



2023년 달라진 교통관련 제도와
정책 1편을 알아보았습니다.
곧 2편에서 뵙겠습니다.

출처 :
경찰청, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)

건설분쟁 유형 및 사례분석



윤서용 | 법무법인 이안 대표 변호사

1. 머리말

저는 위 제목의 연재 기사를 통해 건설 과정에 참여하는 이해당사자들의 관점에서 건설분쟁 유형을 분류하고, 각 분쟁 유형별 대표적인 사례를 가지고 실제 사건을 진행하는 것과 같이 분석·설명하는 내용의 글을 쓰고자 합니다.

이번 회에서는 우선 건설 분쟁 발생원인과 특성을 살펴보고, 건설과정에 참여하는 당사자들의 관점에서 건설 분쟁 유형을 분류해 보도록 하겠습니다.

2. 건설분쟁의 발생원인 및 건설분쟁의 특징

(1) 건설분쟁의 발생원인

건설 과정에는 수많은 분쟁의 요소가 내재되어 있습니다. 건설 관련 분쟁이 발생하는 원인은 다양하지만, 주요한 원인은 아래와 같습니다.

첫째, 건설은 토지에 정착하는 고유 특성을 가진 구조물을 비교적 오랜 시간에 걸쳐 만드는 과정이기 때문입니다. 건설을 통해 만들어지는 구조물은

공장에서 대량으로 만들어지는 제품들과 달리 고유한 특성을 가진 단일 부동산이므로, 미리 시제품을 만들어보고 결함을 찾아내 다시 시제품을 만들어 최종 완성된 시안을 가지고 대량으로 같은 품질로 제조할 수 있는 제품들과 달리, 현장 상황이나 근로자들의 실력에 따라 시공의 오차가 발생할 수 있고, 설계변경을 통해 구조물의 모양 등을 바꾸기도 합니다. 따라서 건설과정이 지연되거나 구조물에 하자가 발생할 가능성이 크고, 처음 예상했던 공사금액보다 더 많은 공사비가 소요될 수도 있습니다.

둘째, 건설은 기획, 설계, 인허가, 시공, 관리 및 유지 등 일련의 과정을 거치면서, 건축주, 설계사 및 협력업체, 행정관청, 시공사 및 하도급업체, 감리자 등 수많은 이해당사자가 관여하기 때문입니다. 각 당사자의 이해가 상반되는 경우 분쟁이 발생하게 되며, 특히 설계와 시공상의 불일치와 변경으로 인해 다양한 분쟁이 야기됩니다.

(2) 건설 분쟁의 특징

건설 분쟁은 다양한 이해관계인과 원인이 있는 만큼 사건이 복잡하고 장기화하는 경향이 있습니다.

그리고 건설 현장에서 구두 지시로 이루어지는 작업이 많고, 구조물이 완성된 이후에는 그 내부를 검사하는 것이 어려워 증거가 부족하고 불분명하며, 결국 기술자들에 의한 감정이 매우 중요한 증거로 작용하는 경우가 많습니다.

따라서 건설 분쟁과 관련한 감정 결과와 그에 나오는 용어 등을 이해하기 위해서는, 일반적인 법적 분쟁에 비해 기술적인 지식이 상당히 요구되므로, 분쟁 관계자들의 전문성이 매우 필요합니다.

3. 건설 분쟁의 당사자 및 건설 분쟁의 유형

건설과정에 참여하는 당사자들 정리하면 아래 표와 같습니다.

행정관청	신탁사	대주단
보증사, 보험사	건축주 (도급인, 시행사)	수분양자
설계사	시공사 (수급인, 원청사)	감리자
협력업체	하도급업체 (하수급인, 하청사)	제3자 (아웃, 근로자)

위 당사자 중 신탁사, 대주단은 비교적 큰 건설 과정에서 자금을 담당하는 역할을 하는 자들로 건설 분쟁보다는 개발사업의 구조에 관한 주제에서 다루는 것이 더 적합하다고 보이므로, 신탁사와 대주단을 제외한 나머지 당사자들의 관점에서 분쟁유형을 분류하도록 하겠습니다.

(1) 건축주 vs. 시공사 (+ 보증사)

건축주와 시공사 사이의 분쟁 중 가장 대표적인 유형은, 시공사가 건축주를 상대로 미지급 기성금

과 설계변경에 따른 추가공사대금을 청구하고, 이에 대해 건축주가 시공사를 상대로 하자보수에 갈음한 손해배상금과 공기지연에 따른 지체상금을 청구하는 형태입니다. 이러한 분쟁은 하나의 소송에서 본소와 반소의 형태로 진행되기도 하고, 별도의 소송으로 각각 진행되기도 합니다. 그리고 이러한 분쟁에서는 각종 감정들(기성고 감정, 추가공사대금 감정, 하자 감정 등)이 가장 중요한 증거방법으로 사용됩니다.

한편 시공사가 건축주로부터 미지급 공사대금을 받기 위해 소송 외적으로 사용하는 법적 제도로 유치권이 존재합니다. 이러한 유치권을 행사하기 위해 현장에 대한 점유를 확보 또는 유지하는 과정에서 폭행, 협박, 손괴, 건조물침입, 업무방해 등의 형사 문제가 종종 발생하기도 합니다.

(2) 건축주 vs. 설계사 (+보증사)

건축주와 설계사 사이의 분쟁 중 가장 대표적인 유형은, 설계사가 건축주를 상대로 미지급 기성금과 설계변경에 따른 추가용역비를 청구하고, 건축주는 설계사를 상대로 설계 지연 및 하자로 인한 손해배상을 청구하는 형태입니다. 이러한 분쟁은 건축주와 시공사 사이에서 만큼 빈번히 발생하지는 않으며, 기성율 등 각종 감정이 시공에서의 각종 감정만큼 정확하게 이루어지기 어려운 면이 있습니다.

그리고 설계에서는 설계도서의 저작권에 관련한 분쟁과 입찰 과정에서의 하자(입찰공고문 등 요건 미충족, 절차상 하자 등)에 따른 낙찰자 지위 존부확인 소송 및 각종 가처분 등의 분쟁이 종종 발생합니다.

(3) 시공사 vs. 하도급업체, 설계사 vs. 협력업체

시공사와 하도급업체 사이의 분쟁 중 가장 대표적인 유형은, 하도급업체가 시공사를 상대로 미지급 공사대금과 설계변경에 따른 추가 공사대금 지급을 청구하고, 시공사가 하도급업체를 상대로 하자보수에 갈음한 손해배상금과 공기지연에 따른 지체상금을 청구하는 형태입니다. 기본적으로 시공사와 건축주 사이의 분쟁과 거의 비슷한 양상으로 진행되지만, 시공사와 하도급업체 사이에는 건설산업기본법 및 하도급 공정화에 관한 법률의 적용으로 일정한 요건이 갖추어지면 하도급업체가 건축주를 상대로 직접 공사대금을 청구하는 예도 있고, 공정거래위원회 제소를 통해 분쟁 해결을 도모하는 경우도 많이 있습니다.

설계사와 협력업체 사이의 분쟁은 설계사와 건축주 사이의 분쟁과 마찬가지로, 협력업체가 설계사를 상대로 미지급 용역대금 및 설계변경에 따른 추가용역대금 지급을 청구하고, 설계사는 협력업체를 상대로 하자보수에 갈음하거나 설계지연에 따른 손해배상금을 청구하는 형태입니다. 다만 협력업체들이 계약서 없이 용역을 진행하는 경우가 많아, 정확한 계약조건의 입증이 어려운 경우가 종종 있습니다.

(4) 수분양자 vs. 시행사, 시공사 (+ 보증사)

수분양자와 시행사, 시공사 사이의 대표적인 분쟁 유형은, 수분양자가 시행사와 시공사를 상대로 하자보수에 갈음한 손해배상금 청구를 하는 형태입니다. 이러한 하자소송은 하자진단업체 혹은 일부 법무법인의 주도하에 진행되는 경우가 많으며, 법원 감정인에 의한 하자 감정이 매우 중요한 증거로 사용됩니다.

한편 수분양자는 시행사를 상대로 분양계약 해지 또는 취소소송을 진행하는 경우가 있는데, 특히 지급과 같이 부동산 경기가 하락기에 있는 경우 이러한 분쟁이 더 자주 발생하게 됩니다.

(5) 제삼자(이웃, 근로자) vs. 시공사, 건축주 (+ 보험사)

공사로 인한 이웃과의 대표적인 분쟁유형은, 이웃이 시공사, 건축주를 상대로 터파기 등으로 인한 지반침하에 따른 건축물 균열, 소음·진동·분진, 일조권 침해 등을 이유로 공사중지가처분을 신청하거나 손해배상금을 청구하는 형태입니다. 그리고 공사로 인해 제삼자나 근로자가 사고를 당하는 경우 분쟁유형은, 그 제삼자나 근로자가 시공사(그 현장소장 등 포함)를 상대로 형사상 업무상과실치사상, 산업안전보건법위반, 중대재해처벌등에관한법률위반 등으로 고소하거나, 민사상 손해배상을 청구하는 형태입니다.

(6) 건축주 vs. 감리자

건축주와 감리자 사이에 발생하는 대표적인 분쟁 유형은, 건축주가 감리자의 의무 위반을 이유로 손해배상을 청구하는 형태입니다. 주된 쟁점은 시공상의 중대한 하자 등이 감리자의 주의의무 위반으로 인정되어야 한다는 것인데, 건축법에 따른 감리의 경우보다 건설기술진흥법에 의한 책임감리의 경우에 더 넓게 그 의무 위반이 인정될 수 있습니다.

(7) 건축주 vs. 행정관청

건축주와 행정관청 사이에 발생하는 대표적인 분쟁유형은, 건축주가 행정관청을 상대로 건축인허

가와 관련한 처분들(건축허가 반려, 건축허가 취소, 공사중지명령 등)이나 도시계획과 관련한 처분(정비사업계획, 지구단위계획 등)에 대해 그 취소를 구하는 행정소송을 제기하거나, 국가배상법에 기한 손해배상청구를 하는 형태입니다.

4. 맺음말 - 건설 분쟁에 대비하는 자세

(1) 충실한 계약서 작성

건설 참여자들은 모두 계약서(내역서 포함) 작성시 상호 간 충실한 협의 및 검토 과정을 거쳐야 하고, 분쟁의 소지가 있는 사항들, 특히 다음과 같은 사항들을 항상 염두에 두면서 계약서를 작성하여야 합니다.

첫째, 설계 및 시공의 내용(치수, 재료, 품질, 성능 등)을 구체화하여야 합니다.

둘째, 대금(중간정산금) 지급 금액(또는 그 금액을 정하는 방법), 지급 시기, 조건, 방법, 설계변경 및 물가 변동 등에 따른 금액조정 방법 등을 구체화하여야 합니다.

셋째, 계약기간과 그 기간의 기산점 및 종료일, 지체상금률 등 지체상금에 관한 내용, 공기연장시 간접비 증가 고려한 금액조정 등을 구체화하여야 합니다.

넷째, 해지사유 관련하여 각 당사자의 귀책사유를 구체적으로 열거하고, 당사자 일방의 임의해지 인정 여부 및 그에 따른 페널티 등에 관한 사항을 고려하여야 합니다.

다섯째, 계약 해지할 때 효과와 관련하여 기성금 정산방법, 손해배상액 예정 금액, 저작권의 귀속 문제 등을 구체화하여야 합니다.



(2) 서류 등 증거 확보 생활화

기성금과 관련하여 공사(업무)일지, 회의록, 장비·인원·자재 투입 기록, 인건비 지급내역 등과 추가 공사대금과 관련하여 실정보고, 변경지시서 등의 서류들을 만일에 있을 분쟁에 대비하여 습관적으로 작성해야 합니다. 그리고 당사자 간 주고받은 공문, 내용증명, 이메일, 카카오톡, 메시지 등을 잘 정리해 두어야 하고, 필요시 통화 녹취록 등의 내용도 보존해 두어야 합니다.

한편 당사자 간 계약 중단 때 현장 사진 및 동영상 촬영 등을 통해 감정 등에 대비하고, 감리자로부터 현장 확인서 등의 서류를 확보하여야 합니다. 그리고 필요시에는 소송을 제기하기 전에 미리 증거보전신청을 통해 감정을 진행하는 것도 증거를 확보하는 방법이 될 수 있습니다.

(3) 당사자 간 소통과 협의, 상생의 마인드

건설 분쟁을 줄이기 위해 무엇보다 중요한 것은 법적인 논리가 아니라 이해당사자들 간의 지속적인 소통, 대화, 공감입니다. 그리고 이해가 상반되는 경우라도 서로 조금씩 양보하고 타협점을 찾아 나가는 것이 당사자 모두에게 이득이라는 점을 항상 기억해야 합니다. 🇰🇷

NEW BOOKS & TECH

도로교통분야의 새로운 책, 건설기준, 보고서, 신기술, 제품 등을 소개하는 콘텐츠입니다.



보차공존도로

길문화연구원 손원표 원장이 '보차공존도로'라는 책을 발간했다. 그동안 교통정온화 일환으로 2019년에는 '교통정온화시설 설치 및 관리지침'이 제정되었고, 2020년에는 '도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙'에 교통정온화시설의 설치 근거가 마련된 바 있다. 하지만 교통정온화는 지침 수준의 자료만 발간되어 현장의 적용에 어려움이 있어 왔는데, 보차공존도로는 교통정온화 적용방법, 설계원칙 등 상세한 내용이 제시되어 있다.

보차공존도로는 보행자와 차량이 함께 사용하는 도로이지만 보행자의 안전성이 더 배려되는 도로라고 저자는 말한다. 특히 자연, 역사, 문화 등을 아우르는 길로서 하나의 문화로 자리 잡기 위해서는 차량 중심에서 사람 중심으로 발상의 전환이 필요하다고 강조한다.

책 목차

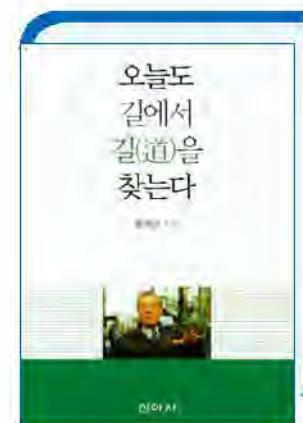
CHAPTER 1	교통정온화의 개념과 필요성	CHAPTER 7	빌리지 존 사업
CHAPTER 2	외국의 교통정온화사업	CHAPTER 8	인간 중심의 도로
CHAPTER 3	한국의 교통정온화사업	CHAPTER 9	교통정온화사업에서 주민참여방안
CHAPTER 4	교통정온화기법	APPENDIX	교통정온화사업의 시행을 위한 지표
CHAPTER 5	한국형 교통정온화의 정립방안		참고문헌
CHAPTER 6	한국형 교통정온화사업의 대상범위와 적용방안		정가 : 20,000원

저자소개

길문화연구원 손원표 원장은 도로교통분야 엔지니어링, 연구개발 업무를 40여 년간 수행하였다. 특히, 도로에 지역의 경관, 환경, 역사, 문화, 전통 등을 융·복합하는 노력을 해왔다. ㈜삼안, ㈜동부엔지니어링 등 재직시절에 교통정온화기법연구를 시작으로 생활도로, 어린이보호구역 사업 등을 수행해왔으며, 퇴직 이후에는 길문화연구원을 설립하여 도로 경관, 도로환경 분야 등 사람중심의 친환경도로의 정착 및 확산을 위해 노력하고 있다.



오늘도 길에서 길(道)을 찾는다



㈜동일기술공사 황해근 회장이 '오늘도 길에서 길(道)을 찾는다'라는 자서전을 출간하였다. 자서전에서는 반백년 넘게 줄곧 길을 만들고 다리를 놓는 토목인으로서 살아온 인생을 회고하고 있다. 그는 우리나라 할매인 도로를 만드는 데 인생을 바쳤고, 길에서 길을 찾으며 세상의 길을 여는 데 전력을 기울여왔다. 그래서 '길'이란 용어가 그에게 부여하는 그 의미와 철학은 이 세상의 그 무엇보다도 심오하고

중요하다. 그의 회고에서는 토목인으로서 본인이 터득한 경험을 후배들에게 남겨 도로발전에 조금이라도 도움이 되기를 바란다고 소화를 밝혔다.

책 목차

제1장	나만의 길을 찾게 되다	제7장	도로 정책의 선진화를 위해 말하다
제2장	토목 엔지니어의 길에 들어서다	제8장	엔지니어링공제조합 이사장으로 활동하다
제3장	토목 경영인으로 삶을 개척하다	제9장	세계로 진출하기 위한 도전장을 던지다
제4장	건설엔지니어링업계의 선도 기업이 되다	제10장	위라벨의 가치를 존중하다
제5장	종합엔지니어링 회사로 면모를 일신하다	제11장	사회적 사랑 나눔을 실천하다
제6장	한국건설감리협회장으로 활동하다		정가 : 25,000원

저자소개

㈜동일기술공사 회장 황해근은 1954년 부산고등학교를 졸업하고 서울대학교에서 토목공학을 전공하였다. 1970년 동일기술공사를 창립하여 52년간 이끌어 온 황해근 회장은 1997년부터 2000년까지 한국건설감리협회(현 한국건설엔지니어링협회) 회장, 2002년부터 2011년까지 엔지니어링공제조합 이사장을 역임하면서 대한민국의 경제발전과 엔지니어링 산업의 진흥에 헌신한 인물이다.



서울시설공단, 서울도시고속도로 교통관리센터 백서 발간

서울시설공단이 서울 자동차전용도로 및 주요간선도로의 교통관리 시스템 운영과정과 성과를 담은 '서울도시고속도로 교통관리센터 백서'를 발간했다. 이번에 발간된 백서의 제목은 '서울도시고속도로 교통관리센터와 함께한 20년, 그리고 나아갈 길'로 모두 270쪽 분량이다. 책에서는 2002년 설립 후부터 현재까지 그간의 교통관리센터 운영 노하우를 체계적으로 정리하여 소개하고 있다. 수록된 내용은 크게 5가지 분야로 지능형교통체계 개요, 교통관리시스템 구축 및 운영, 교통시스템 고도화 노력, 서울도시고속도로 진단, 교통관리센터 향후 운영방안 등을 담았다.

(출처 : 서울시설공단)



대전시, 2023년도 건설공사 실무 가이드북 발간

대전광역시는 건설분야 기술직 공무원들의 효율적이고 체계적인 업무 수행을 지원하기 위해 2023년도 '건설공사 실무 가이드북'을 발간했다. 이번에 발간한 가이드북은 건설사업의 계획에서부터 설계, 시공, 준공과 사후관리까지 전 단계별 시행 절차를 수록했으며, 각종 설계적용기준, 건설공사 관련 법률, 지침, 조례, 건설관련 사이트, 중대재해 발생사례 및 개선방안, 시공단계의 건설사업관리계획 수립, 소규모 건설공사 설계지침 등을 담았다.

(출처 : 대전광역시)



서울역사편찬원, 서울은 지금 공사중 발간

서울역사편찬원은 1960~1980년대 서울의 각종 건설 사업 현장의 실무를 담당했던 공무원들의 구술로 풀어낸 서울역사구술자료집 제15권 '서울은 지금 공사중'을 발간했다. 서울역사편찬원은 2009년부터 서울 시민들에게 현대 서울의 생생한 역사를 전달하기 위한 구술채록사업을 진행하고 있으며, 이를 바탕으로 모두 14권의 서울역사구술자료집 총서를 본 책에 담았다. 책에서는 1960~1980년대 경제성장기 서울의 교량, 도로, 상하수도, 지하철 등 각종 건설사업에서 활약했던 공무원들의 구술을 채록 및 정리해 냈다.

(출처 : 서울역사편찬원)



“11월 22일부터 24일까지, 3일간 킨텍스에서 개최”

도로교통 분야 국내 최대 규모의 전문 박람회인 '2023 도로교통박람회(International Road & Traffic Expo 2022)'가 오는 11월 22일(수)부터 24일(금)까지 3일간 일산 킨텍스 제1전시장에서 개최된다.

합된 미래 고속도로 등 새로운 기술과 제품들도 대거 선보여 도로교통분야 최신 트렌드를 한 눈에 볼 수 있을 것이다.

한국도로협회와 킨텍스가 공동으로 주최하고 국토교통부, 한국도로공사가 후원하는 2023 도로교통박람회는 도로건설 및 유지관리, 도로시설 및 교통표지, ITS 및 교통, 첨단주차시스템, 친환경 도로포장, 자율협력주행, 스마트 건설 등 도로교통 전 분야를 아우른다.

이와 함께 참가업체들에게 국내외 판로개척을 지원하기 위한 비즈니스 교류회와 발주처 구매담당회도 박람회 기간 중 개최된다. 특히, 한국도로협회 국제도로센터와 KOTRA를 통해 초청된 해외바이어와 참가업체 간 1:1 비즈니스 매칭을 통해 박람회의 실효성을 높일 계획이다.

2023 도로교통박람회 참가 및 안내는 공식 홈페이지(www.road-trafficshow.com)에서 확인할 수 있다.

한국도로협회

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

특히, 금년 전시회는 약 150개 기업이 참여해 400부스 규모로 개최될 예정이며, 4차 산업의 핵심 기술인 인공지능(AI)을 활용한 영상검지기술과 사물인터넷(IoT) 기반의 주차관제 시스템, 차세대 지능형교통체계시스템인 C-ITS, 사람과 자동차 그리고 도로가 융

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

새만금 사업도 쾌속 주행! 새만금 남북도로 1단계 개통!

새만금 남북도로 1단계
2022년 12월 29일 드디어 개통!
쭉 ~ 뻗어 시원함까지 남다른
새만금의 도로 클래식!
따끈따끈한 새만금의
신상 도로를 달릴 수 있는 기회!
꼭 놓치지 마세요!
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : 새만금개발청 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/TTxhGQg3spw>



디지털 트윈을 활용한 정밀 도로지도!

실물과 쌍둥이처럼 닮은 가상의 존재
디지털 트윈!
이를 활용한 정밀도로지도 제작!
그렇다면 이 정밀도로지도는 어떻게 만들고
어디에 쓰일 수 있는 것일까?
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : YTN사이언스 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/aGDPQVYXSz0>



Q 휴대폰 QR코드 인식 후
영상이 보이지 않는다면?

A 유튜브에서 제목을 검색하거나
URL 주소를 통해 확인

「도로교통」 저널 지면광고 안내

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



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

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

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

배포처

단체 및 개인회원	도로교통협회	한국도로공사 등 공공기관
PIARC, REAAA 국내 회원	국토관리청 및 사무소	도로교통박람회 참가기업
협회 각종위원	지자체 도로관련 부서	유관 학·협회
도로관련 교수	국토교통위원회/도로정책심의위원회	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 발행 시 홍보* 신기술 홍보관 이용**

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

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

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

지면제작

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

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



DASAN

다산컨설턴트는 최고의 엔지니어링 서비스를 제공합니다.

서울-문산 고속도로



천사대교



필리핀 할루어댐



알펜시아리조트



삼척 LNG 저장탱크

설계 및 건설사업관리 | 교통운송 | 수자원·환경 | 국토개발 | 에너지·플랜트

다산컨설턴트 



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.

 (주)삼보기술단
SAMBO ENGINEERING

서울사무소 서울특별시 송파구 위례성대로16길 30(방이1동) 삼보빌딩 TEL: 02-3433-3000 FAX: 02-3433-3200
경산사무소 경상북도 경산시 대학로 63(정평동, 김스메디빌딩 7층) TEL: 053-811-7200 FAX: 053-811-7337

“우리는 한국을 넘어
아시아를 대표하고
세계를 지향합니다.”

(2022년 전세계 62개국 77개 업체에 수출)



챗GPT(Open AI-오픈에이아이-가 개발한
대화 전문 인공지능 챗봇)에게 물어봤습니다.

문 : 재귀반사 업계에서 가장 존경받는 회사는
어디입니까? What companies are the most reputed in the
retroreflective industry around the world?

답 : 업계에서 존경받는 몇몇 회사의 예를 들면,
There are several companies that are highly reputed in the
retroreflective materials industry. Some of the most
well-known and respected companies in this
industry include : (이하 명문 생략)

1. 3M (쓰리엠, 미국)
2. Avery Dennison (에이버리 데니슨, 미국)
3. Orafol (오라폴, 독일)
4. Reflomax : “리플로맥스는 한국에 소재한
재귀반사 소재 전문업체로 혁신적인 제품과
고객 맞춤형 서비스로 유명합니다.”
5. Nippon Carbide Industries (NCL, 일본)

※ 챗GPT(<https://openai.com/>)는 질문할 때마다 답변 내용이 달라짐.

위에 실린 문답은 2023년 3월 7일 오전 경기도주 홍보담당자가 챗GPT에 접속하여 얻은 내용을 참고하여 작성함.

(주)리플로맥스 (www.reflomax.com)

제품 및 대리점 문의 T.031)8014-9700

e-mail ; info@reflomax.com

표지판, 안전시설물용 반사지 / 번호판용 반사필름
차량용 반사피, 후부반사판 / 경찰복용 반사테이프
신발, 패션용 반사시트 / 액세서리용 반사시트