

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

2022 | **167**
www.kroad.or.kr

- 인 터 뷰** 경기도 방현하 건설국장
(주)영신디엔씨 최평호 미래전략본부장
- 기획특집** 모빌리티 서비스 혁신을 위한 중장기 전략
MaaS 활성화를 위한 국내외 법제도 환경 분석과 과제
- 정책과 기술** 노후 인프라 대응 연합, 도로인프라 얼라이언스 본격화
EV 무선충전도로 설치 및 유지관리 기술 동향
건설현장 BIM 사용성 확대를 위한 자체 S/W 개발 및 적용사례
- 도로에세이** 세상을 잇는 다리 - 태백선 라멘교 조동철교
- 도로문화** 지속가능한 길, 도로와 미학성
- 도로인사이드** LX 디지털 SOC센터에서 가상도로 플랫폼 세운다



경기도
방현하 건설국장



(주)영신디엔씨
최평호 미래전략본부장



이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다



www.wrc2023prague.org

2-6 October 2023
2 au 6 octobre 2023
2-6 de octubre de 2023

→ <https://abstracts-prague2023.piarc.org>

CALL FOR PAPERS APPEL À COMMUNICATIONS INVITACIÓN A PRESENTAR ARTÍCULOS

PRAGUE 2023 – TOGETHER
ON THE ROAD AGAIN
PRAGUE 2023 – ENSEMBLE
À NOUVEAU SUR LA ROUTE
PRAGA 2023 – JUNTOS DE NUEVO
EN LA CARRETERA

XXVIITH WORLD ROAD CONGRESS 2023
XXVII^e CONGRÈS MONDIAL
DE LA ROUTE EN 2023
XXVII CONGRESO MUNDIAL
DE LA CARRETERA EN 2023

PRAGUE CONGRESS CENTRE
PRAGUE, CZECH REPUBLIC
PRAGUE, RÉPUBLIQUE TCHÈQUE
PRAGA, REPÚBLICA CHECA



Timeline

26 August 2022
Deadline for submission
of abstracts
15 November 2022
Notification of acceptance
of abstracts
31 January 2023
Deadline for submission of full
papers
15 May 2023
Notification of acceptance
of full papers
2-6 October 2023
XXVIIth World Road Congress
(Prague 2023)

Calendrier

26 août 2022
Date limite d'envoi des
résumés
15 novembre 2022
Notification des propositions
acceptées
31 janvier 2023
Date limite d'envoi des textes
complets
15 mai 2023
Notification des communica-
tions acceptées
02-06 octobre 2023
XXVII^e Congrès mondial
de la Route

Fechas clave

26 de agosto de 2022
Fecha límite para la presentación
de resúmenes
15 de noviembre de 2022
Notificación de los resúmenes
aceptados
31 de enero de 2023
Fecha límite para la presentación
de los documentos completos
15 de mayo de 2023
Notificación de los artículos
aceptados
02-06 de octubre de 2023
XVI Congreso Mundial de Vialidad
Invernal y Resistencia Vial

Contact

papersprague2023@piarc.org

Courriel

papersprague2023@piarc.org

Contacto en relación
con la invitación a presentar artículos
papersprague2023@piarc.org

굴삭기 레벨 시스템

<http://smartyoungshine.com/>

2D Shine MC

대한민국 최초 굴삭기 IT 기술

경사센서를 장착하여 운전석 모니터를 통해 버킷 끝으로 정확한 레벨을
실시간으로 확인하는 시스템



국산 굴삭기레벨시스템을 통해
더 쉽고 더 빠르고 더 정확하게

센서 작업모드로 평지 및 구배, 관로 작업



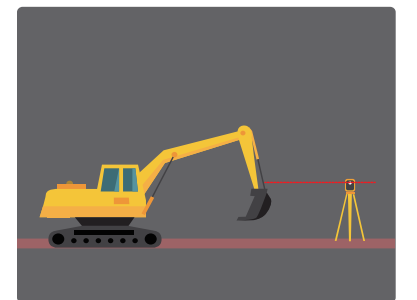
7.0인치 대화면 터치 스크린

작업정밀도 ±1.0cm

우수한 내구성 (IP69)

전국 A/S 제공

손쉬운 탈착식 레이저 센서



레이저 작업모드로 넓은구간을 더 정확하게



제품문의

(주)영신디앤씨 경기도 하남시 미사강변중앙로7번안길 25 U-테크밸리 C타워 7층
김환유 과장 Tel. 031-8027-9620, Mobile. 010-9879-7044 이태호 과장 Tel. 031-8027-9618, Mobile. 010-9903-1460





06



16



71



81

인터뷰

경기도 방현하 건설국장	06
(주)영신디엔씨 최평호 미래전략본부장	16

특집

1. 모빌리티 서비스 혁신을 위한 중장기 전략	24
신희철_한국교통연구원 선임연구위원	
2. Mobility-as-a-Service(MaaS) 활성화를 위한 국내외 법제도 환경 분석과 과제	34
소재현_아주대학교 교통시스템공학과 조교수	
홍지호_아주대학교 교통공학과 석사과정	

정책과 기술

1. 노후 인프라 대응 연합, 도로인프라 얼라이언스 본격화	42
송상영_도로관리본부장, 차범진_기술혁신센터장, 이주현_팀장, 박병호_차장_서울시설공단	
2. EV 무선충전도로 설치 및 유지관리 기술 동향	48
강규병_Purdue University 건설관리학과 교수	
서성철_충북대학교 건설관리 및 시스템 박사과정	
3. 건설현장 BIM 사용성 확대를 위한 자체 S/W 개발 및 적용사례	54
김창수_파트장, 김희진_차장, 최선영_대리, 황준기_사원_쌍용건설(주) 토목기술팀 스마트건설파트	
4. 붕괴된 보강토 옹벽의 복구 사례	62
이재훈_(주)동일기술공사 부사장	

그날의 도로

그날, 동호대교가 개통되었다	68
-----------------	----

도로에세이

1. 태백선 라멘교 조동철교(鳥洞鐵橋)	70
2. 조선시대의 길(6)_길의 역사 15편	76

도로문화

지속가능한 길 1편_도로와 미학성	78
--------------------	----

도로 인사이트

1. LX 디지털 SOC센터에서 가상도로 플랫폼 세운다	86
2. 자전거 도로 정보 2편 (북한강(경춘선)자전거길)	92

도로월드와이드

Intertraffic Amsterdam 2022 한국관 전시 참가	94
---------------------------------------	----

트렌드 포커스

웹 3.0, 평등한 새로운 인터넷을 만들 수 있을까?	98
-------------------------------	----

New Books & Tech

도로미디어	104
	106



표지사진 : 저갈곶에
(제공_제주관광공사)

| 통권 제167호 |

계 간	도로교통
발행일	2022년 6월 28일
발행인	김진숙
발행처	한국도로협회
주 소	경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층
편 집	류명현, 김희중, 서상원
위 원	노성규, 황훈희, 이정윤, 유동민, 여인수, 최지선, 윤재용, 박진우, 한계령, 배재현, 송이오, 김보성, 홍보나, 이호정, 현진우, 오은미, 류수지, 신지호, 이종민
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.

경기도 방현하 건설국장을 만나다

“경기도민의 안전한 이동과 지역발전을 위한
인프라 조성이 가장 큰 소임”



제167호 인터뷰에서는 경기도 방현하 건설국장을 만났다. 방현하 국장은 국토교통부 광역도시도로과, 도로정책과를 거치며 대통령실 국정과제2비서관실, 서울국토관리청 도로시설국장, 주택도시실 공간정보진흥과장을 역임했으며, 지난 2022년 3월 경기도 건설국장으로 부임하였다. 방현하 건설국장은 도로건설 현장과 정책 분야를 두루 거친 전문가로서 도로사업 계획수립 및 관리, 도로안전 등의 정책과 사업을 총괄하며 중앙에서의 오랜 행정경험을 바탕으로 경기도정에 맞는 건설정책과 도로 서비스 개선을 위해 노력하고 있다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.



Q_ 방현하 국장님, 안녕하세요. 도로교통 저널 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A_ 2022년 3월 경기도 건설국장으로 부임한 방현하입니다. 도로교통 저널을 통해 인사드리게 되어 반갑습니다.

Q_ 경기도 건설국 기구와 인력 및 예산은 어떻게 되나요?

A_ 경기도 건설국은 도로정책과, 도로안전과, 공정건설정책과, 건설안전기술과, 하천과 등 5개과 내 24개 팀 124명으로 구성되어 있습니다. 2022년 예산 규모는 약 4,420억원이 책정되어 현재까지 절반 이상 사업비를 집행 중입니다.

Q_ 경기도 건설국 내 도로분야 예산과 그 집행 현황이 궁금합니다.

A_ 도로정책 분야는 국가지원지방도 및 지방도로 건설, 민자도로 건설 지원, 광역교통시설, 친환경 도로조성 등에 약 1,631억 원의 사업예산, 도로안전 분야는 위험도로개선, 안전시설 보강, 교통체계 개선, 자전거 인프라 구축, 교통안전 제고 사업 등에 약 1,354억 원을 집행 중입니다. 그리고 공정건설정책과 건설안전기술 분야에서는 건설산업 활성화 지원, 건설정책 운영 지원, 기술심사 기능강화, 건설안전 운영 지원 등의 사업을 추진 중입니다.

Q_ 경기도 내 도로현황은 어떤가요?

A_ 우리 관내에는 고속도로 19개 노선 862km, 국도 18개 노선 1,635km, 지방도 55개 노선 2,670km, 시·군도 9,518km 92개 노선 등 총 14,685km의 도로가 이용되고 있고, 17개 특별광역시·도 지자체 중 가장 긴 규모입니다. 관내 경기도가 관리하는 교량과 터널도 각각 711개와 28개가 있습니다.

Q_ 경기도 건설국의 최근 주요 성과에 대해 말씀해주세요.

A_ 지난해와 올해 초 도로분야 최상위 계획인 국가 도로망 계획과 경기도 지방도 계획을 확정하였고, 보행자나 차량 이용자의 안전을 높이기 위한 지방도 위험도로 구조개선 및 선형 개선사업도 중장기 계획으로 수립하여 지속적으로 추진 중입니다. 지방침하 안전관리체계 구축 등에 대한 노력도 불공정 건설문화혁신을 위한 주요 성과로 볼 수 있습니다.

Q_ 말씀하신바와 같이 2021년도는 고속도로, 국도, 지방도 등 도로분야 법정계획이 확정되는 시기였습니다. 경기도 내 주요 성과가 있었나요?

A_ 고속도로는 서울~연천, 포천~철원 등 9개 노선을 정부에 건의하여 제2차 고속도로건설 계획에 포함시켰고, 국도와 국가지원지방도

는 각각 7개 52.2km 노선과 17개 56km 노선 등에 1조 1,865억 원 투자가 확정되었습니다. 광역도로는 천왕~광명 등 7개 노선 1조 187억 원 41km가 대도시권광역교통시행계획에 포함되었고, 지방도로도 20개 노선 64km가 선정되어 8,111억 원이 투입될 예정입니다.

Q_ 올해 경기도 건설국 내 주요 도로사업 추진 과제가 있다면 말씀해주세요.

A_ 모든 국민이 코로나로 힘든 시기를 보낸 만큼 빠른 경기회복을 위해 경기도 건설국 차원에서도 노력 중입니다. 또한, 작년 정부 SOC 예산이 확대되어 교통망의 조기 건설을 추진하고 있고, 이를 통해 지역사회에 활력을 불어 넣을 수 있도록 최선을 다하고 있습니다. 특히 수도권 도로망 조기완성을 위한 기관협력 강화, 시급한 지방도로 적기 확충으로 도민불편 해소, 도민 교통기본권 보장을 위한 일산대교 무료화, 저비용-고효율의 도로 안전시설 확충, 교통약자 안전을 위한 보행친화 환경 조성 등을 중점 추진하고 있으며, 지역 건설산업 활성화 및 건설혁신 방안 추진, 안전한 건설공사장 환경조성, 미래기술을 선도하는 건설기술심의 운영 등의 과제도 함께 추진하고 있습니다.

Q_ 경기도내 국가도로망 사업에 대해 어떤 활동을 추진하고 있는지 궁금합니다.

A_ 수도권제1순환고속도로의 용량 부족에 따른 지하화 사업, 수도권제2순환고속도로, 남양주, 가평, 춘천을 연결하는 제2경춘국도, 경기북부 지역 남북연결도로 등 조기구축을 목표로 사업추진과정에서 예상되는 기관관의 대립이나 이견이 최소화될 수 있도록 소통과 협력을 위해 노력하고 있습니다. 특히, 경기도는 수도권제2순환고속도로 등 4대 핵심도로 사업을 선정해 도심지 정체와 국가기간망 도로사업이 원활히 건설될 수 있도록 노력하고 있으며, 개통노선의 사업효과 모니터링 등에도 집중하고 있습니다. 경기도에서는 도로 이용자의 교통편의와 안전을 목표로 도로의 연결과 소통에 집중하여 중앙정부와 산하 31개 시·군이 함께 상호협력과 공동노력을 펼칠 수 있도록 할 것입니다.

Q_ 경기도내 31개 시·군 도로 행정지원과 집중 지원 분야가 있다면 말씀해주세요.

A_ 31개 시·군 내 광역교통에 영향을 미치는 광역도로의 재정지원과 국지도 및 지방도에 대해 다양한 사업을 추진해 나가고 있습니다. 최근에는 수도권 시·군이 필요한 도로사업

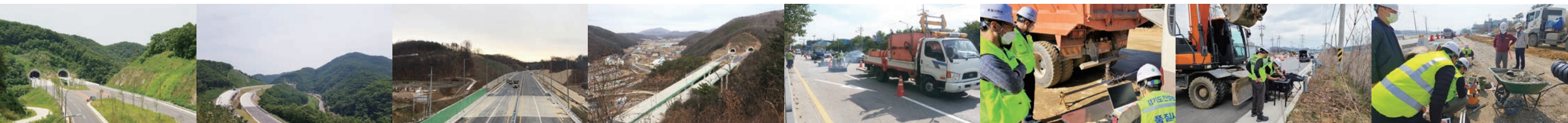


의 역차별 방지를 위해 예비타당성조사 지침을 조정할 수 있도록 정부에 건의한 바 있습니다. 특히, 우리 경기도는 시·군도 노선지정, 도로건설계획 수립 등 사업 구상단계부터 상위 계획과 원활한 연계를 위해 올해부터 시·군 도로담당과장, 경기연구원, 한국도로협회 등 정책컨설팅 간담회도 추진하고 있습니다. 앞으로도 도내 도로망이 상·하위 도로와 유기적으로 건설될 수 있도록 도로정책 연

구기관, 한국도로협회와 협업하여 시·군도로의 이동성 강화와 도심정체 해소를 위해 최선을 다할 것입니다.

Q_ 말씀하셨듯이 지난 5월 12일 경기도와 우리 협회가 도로정책 간담회를 추진한 바 있습니다. 어떤 내용이 오고 갔는지 간략하게 소개 부탁드립니다.

A_ 네, 올 5월에 열린 간담회에서는 국가정책 방



향 및 계획, 도로관련 연구결과 공유, 시군도로 현안문제 의견을 공유하고 향후 대응방안을 논의하였습니다. 간담회에서는 작년 수립된 제4차 대도시권 광역교통시행계획, 제2차 국가도로망종합계획, 제5차 국도·국지도 건설계획, 제2차 고속국도 건설계획, 제3차 경기도 도로건설계획 등 국가 도로정책 방향과 도로망 계획 등에 대응할 수 있도록 경기도와 31개 시·군이 함께 한 자리입니다. 특히 이날 논의된 시·군의 도로정책 관련 현안 수요조사 결과를 살펴보면, 총 14개 시·군에서 33건의 다양한 건의 사항이 수집되었습니다. 이 중 노선승격이나 병목 해소, 도로 확충과 관련된 제안이 24건, 제도개선의 필요성을 제시한 의견이 3건, 도로사업의 조속한 추진과 도비 지원을 요구하는 사항이 6건 등으로 파악되었습니다. 앞으로도 도로 현안 해결을 위해 도와 시군이 함께 소통하고 협력하는 자리를 만들어 상생하는 관계를 만들겠습니다.

Q_경기도는 총 연장 14,685km에 달하는 전국 지자체 최대 규모의 도로가 조성돼 있습니다. 이같이 도내에 많은 도로가 만들어진 이유는 전국에서 가장 많은 사람이 살고 있고 유동인구도 많기 때문인 것 같습니다. 하지

만 여전히 경기 남북부간 인프라 차이가 큰 것은 해결해야 할 현안사항입니다.

A_ 그렇습니다. 아쉽게도 도로 인프라 지역 간 격차가 큰 것이 사실입니다. 특히 경기남부는 조성된 도로 규모가 총연장 1만km 이상이고 포장도는 92.2%, 국토계수당 도로보급률은 1.36인데 반해, 경기북부의 경우 4천km 수준에 불과하고 포장도 역시 89%, 국토계수당 도로보급률은 1.1로 집계되어 격차가 심한 것을 알 수 있습니다. 경기 북부지역의 교통시설 접근성 분석결과에 의하면 고속도로IC 접근 시간이 100분 이상 소요되는 것으로 나타났습니다. 최근 5년간 국지도·지방도 평균 예산편성 비율은 남부 60%, 북부 40%로 남부 도로사업에 많은 예산이 편성되었습니다. 이를 개선하기 위해 2022년 본예산부터는 남부 49%, 북부 51%로 편성하여 낙후된 경기북부의 균형발전을 견인하기 위해 노력하고 있습니다.

Q_경기북부가 개발이 더뎠던 대표적인 이유가 무엇인가요?

A_ 경기북부는 수도권정비계획법 상 성장관리권역에 해당되며 각종 개발제한, 환경규제, 군사시설보호 등 다양한 규제가 있어 왔습니다.



한국도로협회 유동민 실장(우)이 경기도 방현하 건설국장(중), 윤석태 도로정책과장(좌)과 인터뷰하고 있다.

그로 인해 도로사업도 남부에 비해 더뎠던 것이죠. 최근 몇 년간 지역 간 균형발전을 위해 경기북부 지역에 산업단지 확충과 도로 연장사업이 이루어졌으나 격차는 여전합니다. 연천군, 파주시, 포천시 등 경기북부 일부 지역은 과도한 개발제한 하에 있으며 반환공여구역 또한 개발이 지연되고 있는 실정입니다. 수십 년간 누적된 경기북부지역 규제 제약으로 인한 기회비용 등을 감안할 때 향후 정부정책 차원에서 경기부양 산업정책을 추진해 전략적으로 개발할 필요가 있다고 봅니다.

Q_경기 북부지역 도로망 격차 해소를 위한 조치가 있다면 말씀 부탁드립니다.

A_ 초지~인천(7.8km), 가남~상수(5.7km), 장흥~광적(6.3km), 군내~내촌(5.5km), 적성~두일(6.34km), 문산~내포(1)(0.82km), 은현~봉암(3.88km), 문산~내포(2)(1.16km), 하송우~마산(3.59km), 효촌~신산(5.08km), 신평~심곡(2.86km), 월릉~광탄(4.6km), 갈현~축현(5.1km) 등 북부 도로망 13개 사업 약 58km 구간에 국지도 및 지방도 사업을 진행 중입니다. 또한 동서남북평화도로 연결사업 연구용역, 제5차 국지도 5개년계획에 9개 사업 설계 착수 건의, 제3차 경기도 도로건설계획에 반영된 4개 사업을 진행 중이며, 특히 접경지역 18개 사업 65.3km 구간에 대해 중앙부처 및 지자체 간 긴밀히 협조하여 지역균형 발전과 광역 간선도로 확충을 위해 노력하고 있습니다.

Q_현재 경기도 내에서 추진 중이거나 추진 예정인 신규 도로사업 현황이 궁금합니다.

A_ 제5차 국지도 건설계획과 제3차 경기도 도로건설계획에 반영된 사업을 포함하여 45개 사업에 대해 연차별 추진계획에 따라 순차적으로 타당성검토 등 행정절차를 진행하고 있습



니다. 특히 올해에는 화성 우정~향남, 양근 대교, 건업~상품, 문산~내포, 하송우~마산 등 8개 사업 24.19km 구간을 착수하였고, 접경지역에는 9개의 국지도와 6개의 지방도 신규 사업도 추진될 예정입니다.

Q 일산대교 무료화 추진 정책에 있어 앞으로의 계획이 어떻게 되는지 궁금합니다.

A 민간투자법이 제정된 이후로 중앙정부뿐만 아니라 많은 지방자치단체에서 재정 절감을 위해 다양한 민간투자 사업을 추진해 오고 있습니다. 물론 이러한 민간투자사업들이 일부 긍정적 효과도 있었으나, 다수의 민자사업에서 운영수입보장에 따른 재정 지원이나 높은 사용료(통행료) 문제를 겪고 있는 것도 사실입니다. 일산대교의 경우도 건설 당시에는 신속한 사업 추진을 위해 민간투자사업 방식을 선택하였으나, 경제적, 사회적 여건이 그 당시와 많이 달라져서 통행료 무료화를 추진하게 되었습니다. 이 과정에서 민간사업자와 법적인 문제가 발생한 상황입니다. 앞으로 경기도에서는 현재 진행 중인 소송에 적극 대응함과 동시에 경기 서북부 주민들의 교통 불편을 신속하게 해결하기 위한 방안을 강구하여 관련 지자체뿐만 아니라 민간사업자 측과도 적극 협의해 나갈 계획입니다.

Q 경기도 내 도로 시설물 개선과 안전을 위해 추진 중인 대표적인 사업이 있다면 소개해주세요.

A 우리 관내 연장 500m 이상 터널 중 방재 설비가 미흡한 터널에 대해 제연설비를 설치하고 있습니다. 작년까지 단월명성터널, 고은터널 등 9개 터널에 대해 제트팬, 강지보공사, 자동제어시스템, 전기공사 등을 완료하였으며, 올해 과천터널, 과천신터널 등 4개 터널에 대해 방재설비 공사를 완료할 예정입니다. 또한 위험도로 구조개선사업과 지방도 선형개량 사업에 대해 장기적으로 접근하여 진행 중입니다. 국비 포함하여 총 858억 원이 투입되어 김포시, 파주시, 연천군 등 14개 시·군 39개소 38.9km 구간 대상으로 위험도로 구조개선사업을 진행 중이며, 15개 시·군 국지도 및 지방도 53개소 76km 구간에도 총 사업비 1,311억 원이 투입되어 지방도 선형개량 사업을 진행하고 있습니다. 모두 안전성 확보가 주요 목표로 굴곡부 직선화에 사업비가 상당하기 때문에 중장기적으로 접근하고 있습니다.

Q 경기도에서는 교통약자 안전을 위해 보행친화 환경 조성사업을 펼치고 있습니다. 사업에 대해 간략히 소개 부탁드립니다.



A 수원시, 용인시 등 31개 시군 186개소를 선별하여 어린이 통행이 집중되는 구간에 보호구역 시종점 표지, 방호울타리, 도로적색포장, 노면표시, LED바닥신호등 등 교통안전시설을 확충하고 있으며, 운전자와 어린이보호구역 내 어린이를 쉽게 식별할 수 있도록 하는 옐로카펫, 노란발자국 등 시인성 강화 시설도 설치하고 있습니다. 특히, 올해에는 국비 포함하여 약 647억 원을 투입해 무인교통단속 카메라 623대, 횡단보도 신호기 747개소를 설치하는 등 어린이 교통사고 예방에 주력하

고 있습니다. 또한 관할 내 시·군 수요조사를 통해 42개소 노인보호구역을 지정했는데, 노인 보호구역 관련 교통안전시설도 확충하여 노인보행자 교통사고를 줄이기 위해 노력하고 있습니다.

Q 지방도가 많은 경기 지역의 도농복합도시에서는 차도와 보도가 구분되지 않은 구간이 많아 보행자의 교통사고 발생 위험이 높습니다. 이런 문제점을 개선하기 위해 경기도가 광역지자체 중 '마을주민 보호구간 개선사업'



시범사업을 최초로 추진하고 있다고 들었습니다.

A 그렇습니다. 우리 경기도는 지난해 15개 시·군을 대상으로 교통사고 건수, 마을구간 속도 제한 필요성, 마을 규모, 민원수요 등을 고려하여 수요조사를 진행한 후 안성, 양평, 연천, 여주, 광주, 포천, 이천 등 7개 시·군 7개 구간에 대해 마을주민보호구간 시범사업 대상으로 선정했습니다. 대상지에는 마을 시작 지점 전방 100m부터 끝나는 지점 후방 100m까지 마을주민 보호구간을 설정하였으며, 안내표지, 교통안전표지, 노면 표시, 미끄럼방지 포장, 과속단속 카메라 등 교통안전시설을 설치하였습니다. 이와 함께 관할 경찰과의 협의를 통해 해당 구간의 제한속도를 시속 10~30km 범위 내에서 낮추고, 사업 시행과 함께 보호구간 지정 절차를 거쳐 체계적으로 관리할 방침입니다.

Q_경기도가 올해부터 정부 전자대금시스템 하도급지킴이를 도입한다고 하는데, 어떤 부분이 개선되는지요?

A 그간 자체적으로 운영해온 ‘경기도 대금지급 확인시스템’을 올해부터 사용 종료하고, 조달청의 전자대금시스템인 ‘하도급지킴이’를 활용하고 있습니다. 이제 원·하도급 대금이나 장비·자재 대금, 노무비 등의 지급 내역을 확인하려면 정부의 하도급지킴이를 이용하면 됩니다. 그동안 서로 다른 두 시스템 간의 처리방식으로 인한 사용자 혼란과 두 시스템 간

계좌 공동사용 불가로 발생하는 오입금 문제를 해결할 수 있어 더욱 효율적인 업무처리가 가능해졌습니다. 앞으로도 정부의 공공 발주자 임금직접지급제 정책이 현장에 잘 정착되어 건설노동자를 보호하고 불공정 하도급 관행을 근절하는 데 노력하겠습니다.

Q_경기도 내 건설현장 사망사고 감축을 위한 대책 및 추진현황이 있다면 간략히 말씀해주세요.

A 노동자 중심 안전한 건설공사장 환경과 사고 사망자 감축을 위해 다양한 정책을 마련하고 있습니다. 경기도를 중심으로 고용노동부, 국토교통부 등 중앙부처와 안전보건공단, 국토안전관리원 등 유관기관과 도내 시·군과 안전관리 거버넌스를 구축하여 각 기관별 역할 분담, 협력 등을 추진하고 있습니다. 특히, 2022년 3월 현재 도내 건설공사장 17,000여 개소 중 시·군 발주 및 인허가 공사가 16,500여 개소(97%)로 시·군의 역할이 무엇보다 중요함에 따라 우리 경기도에서는 지난 2020년부터 시·군 건설안전 관리 역량, 현장점검·감독 강화 등을 위해 시·군 건설공사 안전실태 종합평가를 실시하고 있습니다. 상대적으로 안전관리가 취약한 50억 미만 소규모 건설공사장 안전관리 강화를 위해 도 주관 소규모 민간공사 중심 현장자문 등을 추진하고 있으며, 현장에서의 안전문화가 정착될 수 있도록 노력하고 있습니다. 또한, 최근 스마트 건설안전 관리가 부각됨에 따라 우

리 도에서는 선제적으로 건설현장 안전실태 실시간 확인·관리 통합관제 기반조성을 위해 ‘경기도 건설안전관리시스템 구축사업’도 추진 중입니다. 산업안전보건법 개정, 중대재해 처벌 등에 관한 법률 시행 등으로 건설공사장 산업재해 예방을 위한 지방정부의 책무가 강화되고 있는데, 우리 도는 시·군과 협력하여 노동자가 일터에서 목숨을 잃지 않도록 노동자 중심 안전한 건설공사장 환경조성을 위해 노력하고 있습니다.

Q_마지막으로 마무리 말씀 부탁드립니다.

A 지난 5월 12일에 한국도로협회와 경기도 관내 31개 시·군이 모여 도로정책 간담회를 열었습니다. 다양한 현안사항이 도출되었고, 시일 내에 논의된 사항들을 면밀히 검토해 경기도의 도로정책분야 발전을 위해 적극 행정을 펼쳐나갈 것입니다. 또한, 관할 내 도민들의 다양한 민원과 현안사항을 해결하기 위해 정부나 유관기관, 그리고 도로협회 회원사 여러분들 목소리도 귀 기울여 듣겠습니다. 코로나 19 여파로 경제가 어려워지고 있습니다. 회원사 여러분들도 힘내시고 건강하시기를 기원합니다. 감사합니다. 🇰🇷



경기도 방현하 건설국장 이력

방현하 건설국장은 서울대 자원공학과를 졸업했으며, 2000년 기술고등고시로 공직에 입문했다. 방현하 국장은 건설 현장과 정책분야 경험을 두루 거친 전문가로서 국토교통부 광역도시도로과, 도로정책과를 거치며 대통령실 국정과제2비서관실, 서울지방국토관리청 도로시설국장, 주택도시실 공간정보진흥과장을 역임했으며, 지난 2022년 3월 경기도 건설국장으로 부임하였다.

미래를 선도하는 기업 (주)영신디엔씨 최평호 미래전략본부장을 만나다

“ESG 경영에 대한 요구 증가로 앞으로 스마트건설은 선택이 아닌 필수”
“전통적인 건설 산업에서 탈피해 보다 안전하고 스마트한 건설 환경을
만들기 위해 앞장설 것”



(주)영신디엔씨는 1978년 설립된 국토교통분야 첨단제조 · 자동화 분야 대표 혁신기업으로 4차 산업혁명시대를 맞아 건설 분야에서 ICT 융복합 기술을 통한 혁신을 이루고 있다. 특히, 국내 최초로 건설자동화 시스템을 현장에 도입한 이래 ICT 기술을 융 · 복합한 스마트 건설기술의 개발 · 보급 · 확산을 주도하며 작년 기준 토공분야 전국 시공능력 순위 14위로 도약하는 등 국내 스마트 건설기술을 선도해 오고 있다. 이번 167호 인터뷰에서 만난 영신디엔씨 최평호 본부장은 “40년 묵은 건설산업 역시 패러다임 대전환의 시대를 맞았다”며, “최근 원자재와 석유값 폭등, 건설인력 고령화, 숙련공 부족에 따른 생산성 저하, 품질 · 안전성 확보의 어려움 등 건설산업 침체와 국제경쟁력 저하를 스마트 건설기술로 풀어야 한다”고 전했다.



스마트건설에 진심을 담은 영신디엔씨

영신디엔씨는 건설자동화 솔루션 시스템과 건설현장 중장비 안전사고 예방 솔루션을 개발한 명실상부 건설 IT를 선도하는 기술혁신 기업이다. 그간 도로, 철도, 항만, 주택 등 수많은 공사를 수행했으며, 지난 2006년부터 시작한 국토교통부 ‘지능형 굴삭 시스템 개발’ 연구를 시작으로 2012년에는 미국 Topcon과 기술제휴를 통해 국내 최초로 건설현장에 3D Machine Guidance System을 도입해 국내 건설장비 자동화를 선도해왔다. 2016년부터는 산업통상자원부 ‘20% 공사비 절감이 가능한 AI기반 Smart Construction기술 개발’ 연구를 성공적으로 수행하여 AI 기반의 실시간 공정관리 솔루션도 개발하였다. 또한 중장비 안전사고 예방솔루션 IPAS 시스템, GPS 기반의 MC(Machine Control), 시공을 동시에 빠르고 정확하게 시공하는 3D MC 운용기술, 2019년 제1호 방재신기술 등 각종 특허와 신기술 등을 보유하며 건설분야 안전시공, 공기단축, 품질향상, 원가절감을 실

현하고 있다. 최평호 본부장은 “영신디엔씨는 국내 최초로 건설자동화 시스템을 현장에 도입한 혁신기업으로 ICT 기술을 융 · 복합한 스마트 건설기술을 개발하고 보급하는데 집중하고 있다”고 전했다.

국내 최초 건설자동화 시스템 현장 도입

영신디엔씨는 일찌감치 건설자동화 분야에서 굴착기 자동화시스템, 스마트롤러, 리바운드체커, 파일드라이버 등 건설자동화 장비를 개발해왔으며, 최근에는 AI 시공관리 기술도 개발했다. 영신의 대표적인 기술로는 굴착 자동화 시스템인 2D · 3D Machine Guidance System, 건설 및 산업현장의 중장비 협착사고 예방을 위한 UWB 기반의 장비접근 경고 및 제어시스템, AI 기반의 영상인식 기술을 적용한 장비접근경보 시스템, 토공관계시스템을 통합한 스마트 건설자동화시스템, AI 시공관리 솔루션 등이 있으며, 이 기술들은 다양한 건설환경에서 그 효과를 톡톡히 보고 있다. 특히, Machine Control(MC)은 운전기



사 개입을 최소화한 중장비 자율주행 도입단계로 Machine Guidance(MG)를 한층 업그레이드해 국내 최초 건설현장에 도입했으며, AI 시공관리 솔루션은 스마트 안전장비에서 수집된 데이터를 바탕으로 작업환경 변화에 대한 공정을 최적화해 장비조합 및 사이클 타임을 제공해 건설 생산성을 향상시키고 있다. 또한 스마트 안전관리 플랫폼 기술과 AI 기반 영상인식 시스템(IView+)을 현장에 도입하여 중대재해처벌법 시행에 앞서 많은 건설사들이 앞 다퉈 현장에 도입하였다. 최평호 본부장은 “매년 우수한 시공 실적으로 건설사로부터 최우수 협력회사로 선정되는 것에 만족하지 않고 산업변화의 트렌드를 반영한 기술을 개발해왔다”며, 20여 년 간 건설장비 자동화와 ICT 기술 개발에 매진하여 결실을 맺고 있는 중”이라고 전했다.

근로자의 안전을 책임지는 장비접근 경보·제어시스템(IPAS: Intelligent Proximity Alert System)

중장비 안전사고 예방 솔루션 IPAS는 영신디엔씨를 대표하는 건설현장 중장비 안전사고 예방 솔루션이다. 장비접근경보·제어시스템(IPAS)은 작업자가 중장비에 접근하면 경고음(등)과 함께 장비를 강제로 멈춰 협착·충돌 등 안전사고를

예방하는 기술이다. IPAS를 통해 건설 및 산업 현장에서 굴착기와 지게차 등 대형장비와 같은 장소에서 일하는 근로자들의 소중한 생명과 안전성 향상에 기여하고 있다.

중장비 접근제어 시스템은 작업자가 중장비에 접근 시 접근 경고와 동시에 장비를 강제로 정지하여 협착·충돌 등 안전사고를 사전에 예방하는 솔루션이다. 또한 관제시스템을 통해 장비와 근로자간 접근 빈도를 파악하고, 위험지역 Point 안전교육을 통해 근로자의 안전 활동을 개선할 수 있는 시스템으로 다수의 현장에 적용하고 있다. 특히, 서울시 도시기반시설본부와 한국도로공사에서 선제적으로 도입했으며, 삼성물산, 현대건설, 롯데건설, 현대엔지니어링, SK에코플랜트 등 대형 건설사에서도 다양한 현장에 적용 중이다. 그밖에도 삼성엔지니어링, 대우건설, DL이앤씨, GS건설, 두산건설, 두산중공업 등으로 점차 확대 적용되어 근로자의 안전을 지키고 있다. 산업현장에서는 삼성전자 로지텍에서 운영 중인 지게차에 영신디엔씨의 IPAS를 전사 적용하여 중장비에 의한 협착·충돌 등의 대형 안전사고를 획기적으로 감소시켰다. 최평호 본부장은 “2019년 제1호 방재신기술로 지정된 중장비 접근제어 시스템은 인간의 실수를 예방할 수 있는 Fool Proof 안전장치시스템으로 UWB, AI 영상인식, LIDAR 등 다양한 기술들을 중장비에 장착하여



건설산업 현장에서 장비 주변에 접근하는 근로자를 확인할 수 있다. 접근 시 경고와 동시에 Stop Controller에 의해 장비를 강제로 제어(정지)하는 기술”이라고 설명하며, “우리 기술을 통해 건설산업 현장의 장비 안전사고를 획기적으로 감소시켜 안전한 근로자 환경을 제공해오고 있다. 이는 곧 건설사 이미지 개선에 중요한 역할을 하고 있는 것”이라고 전했다.

건설장비에 첨단 ICT를 입힌 Machine control System

영신디엔씨의 대표적인 ICT 융합기술로는 고정밀 GPS와 복합센서를 이용한 중장비 자동제어 시스템(Machine control: MC)이다. 최근에는 이를 더욱 발전시켜 ‘3D Shine MC’로 업그레이드했다. 굴착기의 버킷(삽), 암(팔) 등에 지형의 경사와 면적 등을 측정하는 센서를 달아 측량





(우측부터) 한국도로협회 이정운 실장, 최자선 실장이 (주)영신디엔씨 김도근 실장, 최평호 본부장과 인터뷰하고 있다.

사 없이 작업할 수 있게 해준다. 운전기사는 모니터에 표시된 설계도와 버킷 위치의 차이를 확인하면서 작업하기 때문에 고정밀 시공이 가능하다. 일반적으로 굴착기 작업은 운전기사가 땅을 파면 측량사가 설계도대로 굴착이 이뤄졌는지 면적, 경사도 등을 잰다. 하지만 작업자의 경험과 직감에 의존하다보니 숙련도에 따라 작업 속도가 천차만별이고, 측량사 등이 중장비에 부딪히거나 끼이는 사고가 잦은 편이다. 영신디엔씨의 최평호 본부장은 “3D Shine MC는 이런 현장의 문제들을 단번에 해결해 생산성을 높이고 안전성을 개선하고 있다”며, “앞으로도 ICT기술을 융복합한 건설자동화, 건설안전, 인공지능(AI), 로봇 등 스마트 건설기술의 개발·보급에 앞장설 것”이라고 계획을 밝혔다.

스마트건설기술 플랫폼 시대를 선도할 것

스마트 건설기술 중 하나인 건설장비 자동화는 세대를 거치면서 크게 발전하고 있다. 굴착기에 경사센서를 장착해 터파기 작업을 자동으로 수행하던 1세대, GPS를 장착해 조금 더 정밀하게 작업이 가능하도록 만들었던 2세대를 거쳐 현재는 원격으로 모든 굴착현장을 관리할 수 있도록 한 스마트 건설기술 플랫폼으로 이어지고 있다. 원격 굴착기는 대면 접촉 없이 현장의 토공사 건설 관리가 가능하기 때문에 건설기계 자동화가 거의 완성단계에 이르렀다고 볼 수 있다.

건설기술 플랫폼이 만들어지면서 시공품질과 중장비 안전관리도 한층 업그레이드됐다. 국토교통부 주관으로 진행된 건설자동화 기술검증 결과를 보면, 법면이나 관로 굴삭작업 등 토공사에서 기존 토공작업방법과 비교해 작업 시간은 최소 30%, 투입인력은 70%까지 줄어든 것으로 파악됐다. 안전관리도 한 단계 더 발전했다. 기존에는 센서를 통해 작업 중인 건설장비가 작업자나 구조물과의 접촉을 피했다면 플랫폼이 개발되면서 실시간 모니터링이 가능해져 장비통신, 위험경고, 장비운용 현황 등을 한층 더 디테일하게 관리할 수 있게 되었다. 최평호 본부장은 “코로나 이후 자동화 장비에 대한 관심과 활용이 늘고 있는 추세에서 현재 굴착기를 넘어 항발·항타기 등



건설 자동화 기계 범위가 확대되고 있다”며, 최근 건설비용 증가에 따라 고효율 저비용이 더 강조되는 시대에 우리 영신디엔씨가 더 큰 역할을 해내고 있다”고 강조했다.

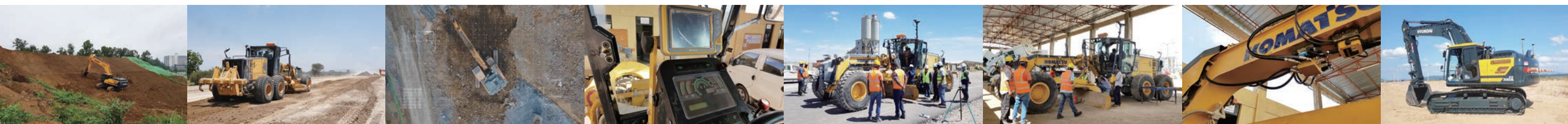
중소규모 건설현장에서도 건설자동화 활용 유인책 내놔야

대형 건설현장에서는 굴착기, 드론, 위험감지센서 등 다양한 스마트 건설기술을 활용해 현장관리가 정착되고 있다. 하지만 중소규모 건설현장에서는 아직도 경험에 의존하고 있는 게 현실이다. 건설장비 인력만 보더라도 조종 숙련도에 따라 시공품질 및 작업 시간이 제각각이라 공정관리상 변수로 작용하고 있다. 특히, 토공사의 공정관리는 설계, 구매, 시공, 시

운전, 유지보수의 과학적·체계적 관리를 가능하게 하는 건설기술 자동화의 필요성이 절실하지만, 국내 건설현장의 공정관리에 대한 정보, 경험, 지식은 건설기업의 지적 자산임에도 불구하고 체계적으로 저장되거나 활용되지 못하고 현장의 종로와 함께 사라지거나 이를 담당하였던 개인 중심으로만 보유하고 있는 것이 현실이다. 최평호 본부장은 “스마트건설 기술이 보편화되기 위해서는 대형 건설사에서처럼 고가 장비를 갖춰야 한다. 중소기업에서도 스마트건설 기술 도입에 대해 긍정적이라고 하지만 고가의 장비를 구입할 여력이 없는 게 현실”이라고 전했다. 이러한 이유로 국토교통부나 한국도로공사 등 발주처에서 다양한 인센티브 제도를 마련해야 한다고 최평호 본부장은 말한다. 예컨대 미국에서는 연방교통국, 도로교통협회에서 스마트건설 장비 도입을 의무화하였으며, 이에 따른 인센티브를 제공하고 있다. 유럽에서는 굴착기의 90% 이상이 자동화시스템을 갖췄으며, 일본은 2016년부터 ICT 토공사가 전면 도입되기 시작했다.

선진국의 스마트건설 사례

해외 선진국의 경우에는 건설기계와 토공 작업에 ICT융합, 지능화, 자동화를 적용하여 생산성과 관리효율을 높인 독자적인 자동화 기계와 솔루션



상품을 출시하고 있다. 일본의 건설중장비 업체 코마츠(KOMATSU)는 일찌감치 스마트건설 개념을 시장에 선보였으며, 기존 텔레메틱스시스템인 Komtrax와 Komtrax Plus를 통하여 취득한 시장정보를 ICT 기술을 이용하여 장비생산라인과 직접 연결하였다. 또한, 장비상태 정보를 활용하여 시스템 동작 및 부품의 마모 조건을 분석함으로써 부품의 수명을 예측하고 유지보수에 필요한 시간까지 정확히 예측하여 소비자에게 제공하는 서비스를 시작했다. 미국의 Trimble사는 토공 자동화 시스템을 개발하여 그래픽을 이용한 머신가이드를 선보였다. 이들 시스템은 불도저, 다짐기, 굴착기 등 실시간 위치정보를 GPS 시스템을 이용하여 장비 내에 설치된 모니터상에 CAD 설계정보와 오버랩하여 실시간으로 업데이트하여 보여줌으로써 장비 운전자에게 절토위치와 성토위치에 대한 정보를 제공하는 등 선진화된 시스템을 시장에 선보였다. 최평호 본부장은 “세계적인 추세에 발맞추어 우리 영신도 국내 건설기계의 자동화 및 지능화된 공정관리 솔루션을 개발하게 되었다. 보수적인 건설산업에서는 기술개발과 현장실증을 통해서만 그 효과가 입증되기에 실증사업까지 추진하게 되었다”고 말했다.

스마트 건설기술 개발 보급 활성화 계기 마련

영신디엔씨는 한국도로공사와 생산성 검증과 시방서 개정 등 스마트 건설의 제도적 기반을 마련하기 위해 도로공사 시범검증사업을 추진해왔다. 특히, 동일 사업장 내 스마트 건설기술을 접목한 건설장비를 활용하여 기존방식과 생산성을 비교하였다. 한국도로공사가 최근에 개통한 대구외

곽순환공사 6공구 현장에서는 침투도랑 40m 구간에 대해 기존 방식과 비교하여 약 60%의 시공 원가가 절감되는 것을 확인하였다. 실작업에 대한 공사 소요시간도 기존 방식보다 30% 절감되었다. 이를 통해 국내 건설산업 전반의 기술 경쟁력 강화는 물론, 스마트 건설 기술개발 보급 활성화 계기가 마련된 것이다. 최평호 본부장은 “스마트건설 기술을 접목한 현장에서는 기존 방식으로 시공한 현장보다 평균 오차가 더 적은 것으로 집계되어 더 좋은 품질을 도출해냈다”며, “주변환경과 토질에 따라 공사 컨디션 변한다는 점을 감안해 다른 도로현장도 비교했는데, 시공 생산성이 최대 200%까지 개선된 것으로 파악되었다”고 말했다.

스마트건설기술 이제는 선택이 아닌 필수

고용노동부에서 매년 조사하는 산업재해현황분석 보고서에 따르면 국내에서 발생하는 사망자 중 건설산업이 차지하는 비율은 절반이 넘는 수치이다. 최근에는 건설공사의 대형화로 인해 중장비의 사용이 매년 늘어나고 있으며, 이로 인한 재해 역시 증가하고 있다. 특히, 국내에서 발생하고 있는 건설장비에 의한 재해는 주로 트럭, 굴착기 등의 중장비가 큰 비중을 차지하고 있으며, 운전자가 주변의 작업자를 인지하지 못하여 발생하는 충돌 및 협착에 의한 사고가 많이 발생하고 있다. SOC산업은 정부나 공공기관 수주산업이기 때문에 안전사고로 인한 인명피해는 사회적 비용뿐만 아니라 회사 이미지 하락, 입찰제한뿐만 아니라 최악의 경우 기업의 존폐와도 직결되는 중요한 상황으로 이러한 안전사고 예방은 건설자동화를

통해 극복해야 하는 것이 필수조건이라고 최평호 본부장은 전한다.

이는 정부 정책과도 공동보조다. 국토교통부는 지난해 ‘제6차 건설기술진흥 기본계획’에서 2025년까지 스마트 건설자동화 등 4차 산업혁명에 대응하는 기술개발을 통해 건설현장의 노동생산성을 40% 높이고, 안전사고로 인한 사망자 수를 30% 줄이겠다고 발표했다. 건설자동화 시스템은 시공과정에서 생산성 및 경제성 향상뿐만 아니라 전자 제어 장비를 통해 정확하게 작업을 수행할 수 있기 때문에 효율성 증진 및 원가절감에 기여할 수 있다. 예컨대 ICT 기술을 활용한 건설자동화 장비 투입 시 기존장비 생산성 대비 30% 이상의 효율을 보이고 있으며, ICT 건설장비에서 나오는 빅데이터를 통해 품질 확인이 가능해져 건설공사 성과물의 품질검사 소요시간을 개선할 수 있다. 안전뿐만 아니라 생산성, 경제성 측면에서 봐도 정부와 기업 입장에서는 환영하지 않을 이유가 없다.

글로벌 경쟁력은 스마트건설기술에 있다.

국내기업의 해외건설 수주의 성공 키워드 중 하나는 선진국들과의 기술경쟁도 있지만 가격경쟁도 큰 부분을 차지한다. 2010년대 초반까지만 하더라도 가격경쟁력에 우위를 보인 대한민국이지만 최근 중국, 제3신흥국과의 저가 경쟁력은 불가피한 상황이다. 우리나라는 선진국뿐만 아니라 중국 등과 기술과 가격경쟁에서 우위를 선점하기 위해 검증된 건설장비 자동화 기술과 스마트건설의 기술보급화는 필수이다. 이를 위해서 정부와 공공기관에서는 스마트건설 교육과 인력양성



한국도로협회 최지선 실장이 (주)영신디엔씨 최평호 본부장과 인터뷰 후 기념촬영 하고 있다.

에 힘써야 하며, 건설과 IT를 융복합하고 건설장비 하드웨어에 스마트를 더한 소프트웨어를 창출할 수 있는 건설인을 양성해야 하는 시대적 사명을 잊지 말아야 한다고 최평호 본부장은 말한다. 이렇듯 국내에서라도 먼저 경험을 쌓아 건설장비 자동화와 스마트건설 솔루션 기술 보급 확산이 이뤄진다면, 이는 곧 스마트 건설기술 수출 확대와 더불어 해외 건설수주와도 연계될 것이다. 마지막으로 최평호 본부장은 “정부에서는 건설장비 자동화의 중요성을 인지하여 스마트건설기술 R&D에 투자를 아끼지 않았으면 한다”며, “건설 현장에서 입증된 스마트 건설기술의 확대를 위해 정부와 발주기관의 많은 관심과 지원 정책을 당부”한다고 전했다. 🇰🇷

(주)영신디엔씨 최평호 미래전략본부장

(주)영신디엔씨 최평호 미래전략본부장은 토목공학, 소프트웨어융합을 공부했으며, 20여 년 동안 지능형 굴삭 시스템 개발, 고정밀 GPS를 장착한 자동측량 굴삭시스템, IoT기반 건설현장 안전관리 시스템, 중장비 접근제어 시스템, 건설현장 품질 및 안전성 향상을 위한 스마트 성토다짐 관리 시스템, 20% 공사비 절감이 가능한 SI기반 Smart Construction 기술개발 등을 총괄 수행하며 건설현장 자동화 기술보급과 스마트건설기술 발전을 위해 노력하고 있다.

모빌리티 서비스 혁신을 위한 중장기 전략¹⁾

신화철 | 한국교통연구원 선임연구위원

1. 서론

모빌리티 혁명의 시대라고 한다. 모빌리티 혁명의 개념은 아직 정립중이라고 보지만, 적어도 모빌리티 분야의 혁신을 가져올 새로운 서비스 도입이 필요한 것은 사실이며, 이를 위하여 국가 차원의 대응 전략이 필요하다. 따라서 종합적 차원에서 혁신적으로 변화시킬 모빌리티 서비스를 도출하기 위해서는 기술적·정책적인 측면에서 중장기 대책이 필요하다. 본고에서는 모빌리티 서비스 변화를 올바른 방향으로 유도하기 위한 정부 차원의 정책적·제도적 중장기 전략을 제시하고자 한다.

2. 모빌리티 서비스의 현황

1) 모빌리티 서비스의 개념

첨단기술에 의해 기존에 제공하던 교통 서비스보다 우월한 서비스를 선보일 때 우리는 이러한 새로운 것을 통틀어 흔히 스마트 모빌리티라고 할 수 있다.

이러한 스마트 모빌리티의 전제로서 모빌리티가 논의되어야 한다.

자율주행자동차가 미래 시장에 본격 도입되면 현재 선보이고 있는 모빌리티 서비스가 정착·확산되고, 더욱 진일보한 새로운 모빌리티 서비스로 발전될 수 있을 것이다. 요컨대 4차 산업혁명 시대가 가져온 기술 혁신과 사회·경제적 변화로 인해 전통적인 교통 서비스가 새로운 서비스의 영역으로 급격하게 변화하는 것을 모빌리티 서비스 혁신(mobility service innovation)이라고 부를 수 있다.

이러한 변화는 기술 환경면에서 인공지능(AI)기술의 발달, 사물인터넷(IoT)시대 도래, 빅데이터(big data)의 활용, 클라우드(Cloud)의 보편적 이용 등을 통해 나타나고 있다. 또한 사회·환경측면에서는 급속한 도시화와 인구구조의 고령화 등에서, 경제 환경측면에서는 시장의 글로벌화와 함께 자동차의 개념이 ‘소유’에서 ‘공유’로 바뀌는 인식에 의해 나타나

고 있다.

이에 따라 교통혼잡, 안전사고, 환경문제 등 기존 교통시스템에 의해 발생한 다양한 문제를 해결하기 위하여 새로운 기술과 기존의 교통수단의 서비스 영역을 넘나드는 새로운 모빌리티 서비스가 등장할 것으로 예상되며, 차량 제작사, 운수회사, 보험회사 등으로 구성된 기존 도로교통산업 생태계가 재편될 것으로 보인다. 또한, 모빌리티 서비스는 서로 융합하고 통합되어 유기적으로 결합되어 새로운 서비스로 발전될 것으로 보이는데, 이를 MaaS(mobility as a service)라고 부른다.

2) 현 교통체계의 문제점

승용차와 대중교통이라는 두 개의 축으로 형성된 현재의 교통체계가 이용자 측면에서 편리성, 신속성, 안전성·환경성, 쾌적성으로 나눌 때 어떤 문제가 있는지 생각해보자.

교통체계의 편리성은 이동 전에 원하는 시간과 장소에서 교통수단을 쉽게 이용할 수 있는지(접근성), 이동 중에 신체적·정신적 노동이 얼마나 소요되는지(노동 강도), 이동 후에 교통수단에 대한 관리가 얼마나 필요한지(관리) 등으로 구분할 수 있다. 승용차는 때와 장소에 관계없이 이용 가능하기 때문에 접근성이 매우 높은 반면, 직접 주행을 해야 하기 때문에 노동 강도가 높으며 도착지까지 예측 통행시간에 대한 정보가 부정확하다. 이동 후에도 주차장 확보에 신경을 써야 하고 정기점검 및 유지보수와 같이 교통수단 관리가 까다로운 단점이 있다.

어느 한 지점에서 또 다른 지점까지 효율적으로 이동하는 것을 목적으로 구축된 교통체계의 신속성 확보는 가장 중요한 요소 중 하나일 것이다. 교통체계의 신속성에 영향을 미치는 요인은 교통인프라

공급, 교통수요, 교통체계의 운영·관리로 분류할 수 있는데, 승용차 이용자 측면에서 보면 도로 공급이 절대적으로 부족한 상황이 발생하고 있다. 특히, 인구밀도가 낮은 시 외곽 지역에서는 도로 공급 부족 문제가 있고, 반대로 도심 지역에서는 상시 정체가 발생하고 있다.

교통체계의 안전성에 영향을 미치는 요인은 시설적 요인, 인적 요인, 차량 요인으로 구분할 수 있고, 차량의 배출가스가 대기 환경에 많은 영향을 미친다. 특히, 승용차 이용자 관점에서 불안정한 도로구배 등 도로 설계가 미흡하여 발생하는 안전성 문제와 차선 도색, 도로 조명, 도로 표지판 등 도로시설물의 유지보수 미흡으로부터 발생하는 안전성 저하 문제가 있다. 근래에는 고령 운전자의 운전능력 저하에 의하여 발생하는 교통사고도 점차 증가하는 추세이다.

교통체계의 쾌적성에 영향을 미치는 요인은 보안, 안락함, 여가활용 가능성으로 구분할 수 있다. 특히, 승용차를 이용할 때 과거에 비하여 이동할 때 생산과 여가 활동이 폭 넓게 지원되고 있지만, 직접 주행하는 상황에서는 여전히 이동 중 생산 및 여가 활동에 제한을 받고 있다. 대중교통 이용 시에는 타인과의 접촉이 불가피하기 때문에 사생활 침해나 치안 문제가 발생할 가능성이 있고, 이용 승객이 많지 않은 시간대에도 치안이나 안전 문제가 발생할 가능성이 있다.

3. 모빌리티 서비스 혁신의 필요성

모빌리티 서비스 혁신의 필요성은 다음과 같다. 첫째, 고령화와 공유경제의 성장이다. 우리나라 사회는 평균수명의 증가와 함께 합계 출산율이 1.0 이하인 저출산·고령화 사회로 진입하고 있다. 게다가 결혼관의 변화, 양성평등 등으로 결혼을 하지

1) 이 글은 2019년 한국교통연구원의 기본과제 “모빌리티 서비스 혁신을 위한 중장기 전략”을 2022년 현황에 맞게 재정리하여 작성한 기사임.

않거나 하더라도 자녀를 갖지 않는 소가족화 현상이 가속되고 있다. 이에 따라 이미 65세 이상이 7% 이상인 고령화 사회에 진입한 우리나라는 65세 이상이 14%인 고령사회를 넘어, 곧 20%를 넘는 초고령사회로 진입할 것으로 보인다. 이처럼 고령화와 더불어 공유경제가 성장함에 따라 기존의 모빌리티 서비스는 효율적이지 않을 뿐만 아니라 효과적이지 않다. 둘째, 사회적 양극화이다. 서울 등 일부 지역 부동산의 급격한 가격 상승으로 부의 양극화가 가중되고 있다. 이는 고령화와 함께 국가 복지재정의 증가를 야기할 수 있고, 상대적으로 SOC 예산 축소가 불가피하기 때문에 첨단기술분야를 활용하여 효율적으로 투자할 필요가 있다. 이러한 교통부문의 양극화를 해소하는 방안으로 교통낙후지역을 대상으로 이동권을 보장할 수 있는 수요대응형 대중교통수단으로서의 교통서비스 제공이 논의되고 있는데, 이는 모빌리티 혁신의 중요한 이유 중 하나이다. 셋째, 기술발달이다. 빅데이터, AI, 클라우드 시스템, IoT와 같은 ICT 기반의 첨단 산업은 사회 전반에 많은 영향을 주고 있지만 교통분야에서 유독 영향력이 크다. 교통분야에서는 흔히 ACES로 나타내는 Automation(자율차)과 Connection(5G통신), Electrification(전기차), Sharing(공유차 플랫폼) 기술이 연계·개발되면서 자동차 산업이 근본적으로 변하고 있다. 기존의 전통적 생산기지로서의 자동차 산업이 서비스 산업의 비즈니스 모델로 변화할 가능성이 크다. 마지막으로 모빌리티 혁신의 또 다른 필요성에는 기후변화가 있다. 신기후체제(Post-2020)로 파리협정이 채택된 이래 신재생 에너지 활용과 온실가스 감축은 전 지구적 패러다임으로 작용하고 있다. 특히, 자동차도 기존의 화석연료 중심에서 온실가스를 덜 발생시키는 전기차로 전환되는 추세이며, 최근에는

수소전기차의 개발도 이루어지면서 친환경 차량이 본격적으로 등장하고 있다. 이에 따라 국내에서도 현대차가 수소전기차를 출시하는 등 전 세계 대부분의 자동차 회사는 새로운 에너지를 연료로 하는 기술 투자를 꾸준히 진행하고 있으며, 이용자들의 행태변화에도 대비하고 있다. 최근에는 개인형 이동수단인 전동 킥보드가 출현하여 Last Mile 교통수단의 역할도 하고 있다.

4. 모빌리티 서비스 혁신 방향

미래 메가트렌드에서는 사회구조의 변화, 기술의 발전, 경제구조의 변화 등의 결과로 초밀도로 집중화된 물리적, 사회경제적 공간에서 효율적으로 모빌리티를 제공하는 흐름과, 그럼에도 불구하고 다원화된 사회구성원의 수요에 대응하는 모빌리티를 제공하고자 하는 흐름으로 나누어지고 있다. 이러한 두 가지 흐름은 역설적으로 집중과 분산을 동시에 달성하여야 하는 어려움을 주고 있지만, 4차 산업혁명에서의 AI, 빅데이터 등 기술의 활용을 통해 기존 모빌리티 서비스 체계 속에서의 역설적인 지향을 극복하고자 하는 노력이 이어지고 있다. 특히, 자동화를 통해 모빌리티의 절대적인 공급량을 늘리는 한편, 모빌리티 자원을 효율적으로 활용하기 위해 공유화 실현 기술개발을 통해 초집중화되고 다원화된 미래 사회의 모빌리티 수요에 대응할 것이다. 이러한 양상의 결과로 미래 사회에서는 자율주행자동차(automated vehicle)를 기반으로 하는 공유 모빌리티 서비스 체계가 도입되어 다양하고 복잡한 초밀도의 모빌리티 수요에 대응하게 될 것이다. 이와 같이 새로운 패러다임의 자율주행차 기반 공유 모빌리티 서비스 체계 도입으로, 차량 제조사들이 새로운 모빌리티 서비스 출시를 위해 속도를 내고 있다. 특히 우리나라에서는 현대자동차그룹이 각 브

랜드 별 구독경제 플랫폼을 시작하였으며, 유연한 차종선택과 차량유지비용 등을 포함하는 형태의 모빌리티 서비스를 제공하고 있다. 해외에서도 볼보, BMW, 메르세데스 벤츠, 포드, 토요타 등 브랜드에서 차량 구독프로그램을 내놓으면서, 차량에 대한 소유를 중시하던 기존 프레임에서 차량에 대한 접근권한을 공유하는 개념으로 패러다임을 전환하면서 다원화된 맞춤형 수요에 대응하고 있다. 이는 차량 판매 감소에 대비하는 측면도 있지만 완전 자율주행차 기반 공유서비스가 일반화되면 차량구입을 하지 않고 이용만 하는 소비자가 늘어나기 때문에 B2C(business to customer) 산업의 붕괴에 대응하는 것으로 판단된다.

5. 모빌리티 서비스 혁신을 위한 핵심 과제

1) 차량 개발 및 운영 분야의 핵심 과제

우리나라에서는 차량 공유서비스를 도입하는 과정에서 신규 사업간 갈등을 겪었지만, 사회적 조정 과정을 거쳐 2025년까지는 완전한 차량공유 및 승차공유 서비스가 정착될 것으로 예상된다. 또한, 2025년 이후에는 전 교통수단을 망라한 통합이동

서비스가 구현될 수 있을 것이다. 이에 따라 단기적으로 플랫폼 운송 서비스 효율화를 위한 동적 통행요금 운영 시스템 개발과 통합모빌리티 시스템 구축을 위한 개인형 이동수단(PMD) 최적 배치 전략 개발이 필요한 것으로 파악되었다. 장기적으로는 도심권 교통정체 완화를 위한 PRT(personal rapid transit) 시스템 구축 기술 개발과 차량 공유화에 대비한 미래 교통네트워크 운영 최적화 기술 개발이 필요할 것이다. 현재까지 시범사업의 성격으로 운영되는 수요대응형 대중교통 시스템(Demand Responsive Transport)은 2025년까지 대중교통시스템이 적절하게 확보되지 않는 교통소외지역과 심야시간대를 대상으로 우리나라에 전반적으로 확대 보급될 것으로 예상된다. 2025년 이후에는 현재 운영되고 있는 대중교통시스템이 수요대응형 대중교통시스템으로 전면적으로 개편되고, 우리나라의 전 지역과 전 시간대를 대상으로 실시하게 되는 통합이동서비스의 주요 간선교통시스템으로 활용될 것이다. 수요대응형 교통시스템이 성공적으로 정착되기 위해서는 개별 이용자의 니즈와 패턴을 명확하

〈표 1〉 차량개발 및 운영 분야의 핵심 과제

구분	세부 항목	개선항목	관련 혁신 과제	
			중기(~2025)	장기(2025~)
차량 개발 및 운영	친환경 자율주행 차량 개발	편의성, 신속성, 안전성, 쾌적성	5G를 활용한 자율주행 자동차 안전성 향상 기술 개발 - 자율주행차량 주행정보를 활용한 실시간 차량 안전 모니터링 및 의사결정 플랫폼 개발	차세대 이동수단 개발
	차량공유	편의성, 신속성, 안전성, 쾌적성	- 플랫폼 운송 서비스 효율화를 위한 동적 통행요금 운영 시스템 개발 - 통합모빌리티 시스템 구축을 위한 개인형 이동수단(PMD) 최적 배치 전략 개발	- 도심권 교통정체 완화를 위한 PRT 시스템 구축 기술 개발 - 차량 공유화에 대비한 미래 교통네트워크 운영 최적화 기술 개발
	수요대응형 대중교통	편의성, 신속성	- 교통소외지역 수요대응 대중교통 최적 운영전략 개발 - 초고속 장거리 이동을 위한 차세대 대중교통 시스템 개발	도심형 수요 대응 대중교통체계 개발

게 파악할 수 있어야 하고, 이용자의 통행 수요에 실시간으로 대응하여 대중교통노선과 배차간격을 조절할 수 있는 시스템이 개발되어야 할 것이다.

2) 교통정보 생성 및 활용 분야의 핵심 과제

교통상황 예측 서비스는 2025년까지 모든 대중교통수단과 전국의 주요 도로에 대하여 통행시간을 예측하고 공유 차량과 대중교통수단에 의한 이동을 혼용했을 때의 통행시간을 예측할 수 있는 시스템으로 발전할 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 공영주차장과 민간주차장을 연동하여 실시간 주차장 이용 정보 뿐만 아니라 과거 주차장 이용정보에 기반하여 예측하는 주차장 정보 등도 제공될 것이다. 2025년 이후에는 예측시스템이 더욱 고도화되어 세부 가로를 포함한 통행시간 예측 서비스도 가능해질 것이고, 다양한 이벤트 상황으로부터 발생하는 비상시 정체상황에 대한 통행시간 예측서비스도 가능해져 교통수단 통합이동서비스 이용자들에게 신뢰도 높은 교통상황과 통행시간 예측 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

또한 통행예약제가 2025년까지 고속도로에 도입되

어 이용자들이 그 편리함과 효용성을 접할 수 있게 될 것이며, 2025년 이후에는 전 도로와 전 통행수단에 대하여 통행예약제가 도입될 수 있을 것이다. 특히, 통행예약제를 실현하기 위해서는 미래 통행수요를 전체 교통망에 동적으로 균등하게 배분될 수 있도록 그동안 이론적으로만 개발되었던 동적통행배정기법(dynamic traffic assignment)이 실제 교통망에서 적용될 수 있도록 보완되어야 한다. 또한 통행예약과 통행배정이 보다 효율적으로 이루어질 수 있도록 편리한 예약시스템과 예약에 따른 합리적 통행료체계, 지불 및 정산 시스템이 개발되어야 한다. 교통정보제공 서비스는 2025년까지 다양한 실시간 정보를 수집하여 이용자 맞춤형 여정계획 서비스가 가능할 것으로 예상된다. 2025년 이후에는 인공지능을 활용한 데이터 분석 기법이 더욱 발달하여 이용자 별 관심지점(point of interests, POI)을 파악하고 통행 목적지까지 추천하여 여행계획을 그에 맞게 제시하는 이용자 관심지점 정보기반 여정계획 서비스가 가능해질 수 있을 것으로 예상된다.

3) 도로인프라 확충 및 유지보수 분야의 핵심 과제

도로네트워크 확충 서비스는 2025년까지 지하공간을 활용할 수 있는 기술 개발이 필요할 것으로 예상되며, 2025년 이후에는 저고도비행로를 활용한 3차원 교통체계가 구축될 것으로 예상된다. 현재는 이와 같은 시스템이 프로토타입 개발 수준에서 연구되고 있으나, 점차 실제로 현실에 구현될 수 있을 것으로 판단된다. 다만, 3차원 교통서비스는 교통망의 확장으로 용량증대, 통행시간 절감, 이동편의성 향상과 같은 편익이 있을 것으로 예상되지만, 안전성, 효율성, 환경성 측면에서 문제점들을 얼마나 개선할 수 있는지가 관건이 될 것이다. 도로 인프라 운영 및 개선 자동화 서비스는 2025년까지는 개발될 것으로 예상된다. 2025년 이후에는 도로인프라 유지보수 관련 일련의 작업이 AI기반 도로인프라 자율관리 시스템을 통하여 무인 도로구조 관리 서비스가 구축될 것이다.

6. 모빌리티 서비스 혁신 3대 실현 전략

1) 모빌리티 서비스 기술개발 전략

모빌리티 서비스 혁신을 위해서는 서비스 도출에

필요한 핵심 요소기술들이 개별적으로 완성도를 높여야 하며, 요소기술들을 융복합하여 기존의 운송 서비스가 제공하지 못했던 새로운 모빌리티 서비스가 개발되어야 한다. 모빌리티 혁신의 가장 중요한 핵심 요소 기술인 자율주행체계 구축과 공유 모빌리티 서비스 현장 적용과 관련된 기술개발 국가추진전략은 아래와 같다.

① 자율주행체계 구축

자율주행차량이 운행되는 상황에서 예상되는 여러 가지 문제점을 사전에 방지하기 위해서는 자율주행차량 개발뿐만 아니라 자율주행차량이 포함된 교통류를 안전하고 효율적으로 제어할 수 있는 제어 기술과 자율주행차량을 활용한 모빌리티 서비스가 개발되어야 한다. 자율주행차량 도입 초기에는 개별 차량 단위 또는 차량 간 통신에 기반하여 제어가 이뤄지겠지만, 자율차량 비율이 일정 수준 이상으로 증가하게 되면 인프라와 차량 간 연계를 통한 제어가 경제적인 측면에서 유리할 것이다. 차량과 인프라간 연계를 통한 제어가 가능하기 위

〈표 2〉교통정보 생성 및 활용 분야의 핵심 과제

구 분	세부 항목	개선항목	관련 혁신 과제	
			중기(~2025)	장기(2025~)
교통 정보 생성 및 활용	교통상황 예측	신속성	• 실시간 비상시 도로정체 예측 시스템 개발 • 실시간 주차 예측 정보 제공 시스템 개발	• 실시간 교통 예측 기반 교통네트워크 최적화 전략 개발
	통행예약제	신속성, 환경성	• 고속도로 통행예약 시스템 개발	• 통합 교통수단 통행예약 시스템 개발
	교통정보 제공	편의성, 쾌적성	• 통행 빅데이터 기반의 개인 맞춤형 교통정보 플랫폼 개발 • 영상정보 빅데이터 기반의 교통정보 플랫폼 개발	• 이용자 관심 지점(POI) 정보 기반 여정계획 및 추천 시스템 개발
	지불 및 정산 처리	편의성, 신속성	• 전(全) 대중교통 통합 요금 지불 및 정산 시스템 개발	• 교통서비스 효율화를 위한 자율차 기반 통합 이동서비스(MaaS) 제공 시스템 개발

〈표 3〉도로인프라 확충 및 유지보수 분야의 핵심 과제

구 분	세부 항목	개선항목	관련 혁신 과제	
			중기(~2025)	장기(2025~)
도로 인프라 확충 및 유지보수	도로네트워크 확충	신속성	• 대심도 도로 교통 시스템 구축 및 운영을 위한 요소 기술 개발	• 초고층 건물 간 이동성 향상을 위한 모빌리티 서비스 기술 개발 • 드론 택시 운영 및 관제 기술 개발
	도로 인프라 운영 및 개선 자동화	신속성, 안전성	• 자율주행시대 도로 최적 운영전략 기술 개발	• AI 교통인프라 유지보수 모니터링 시스템 개발
	도로 교통제어	신속성, 안전성	• 교차로 무신호 운영 시스템 개발 • 스마트 교차로 운영 및 보행 안전 지원 시스템 개발 • IoT 기술과 주행 빅데이터 분석기술을 활용한 교통관리 시스템 개발	• 자율주행차량을 활용한 스마트 교통 관제 시스템 개발
	도로 시설 유지관리 자동화	안전성	• 도로 asset 유지관리 효율화 시스템 개발 • 재난 피해 최소화를 위한 정보 제공 기술 및 전략 개발	• 도로 구간 재해 모니터링 및 예측 기술 개발

해서는 도로 인프라와 자율주행 차량 간 통신과 교통류에 포함된 자율차량들을 지역 단위로 제어할 수 있도록 edge computing 기술 구현이 가능하도록 도로 인프라가 개선되어야 한다.

② 공유 모빌리티 서비스 제공

자율주행차의 등장과 C-ITS(cooperative intelligent transportation system)의 발전은 정보에 대한 공유화의 필요성을 더욱 증가시키고 있다. 정보의 공유 없이는 개개인에게 정확하고 최적화된 서비스를 제공하는 것이 불가능하기 때문이다. 보다 많은 데이터를 활용할수록 개별 이용자에게 최적화된 서비스를 제공할 수 있지만, 개인정보를 수집하고 이용하기 위해서는 개인정보보호법 상 정보주체로부터 사전 동의를 구해야 하며, 사전 동의를 구한 데이터를 효과적으로 활용하기 위하여 다른 데이터와 융합·분석이 절대적으로 필요하다. 정부에서는 개인정보 침해를 최소화하면서 여러 종류의 데이터를 융합하여 분석하는 것이 가능할 수 있도록 방안을 모색해야 한다. 무엇보다도 공유 인프라와 정보를 올바르게 사용하기 위해서 통합적으로 모니터링하고 제어하는 기술이 필요하다.

통합화 부문에서는 현재 국내외에서 MaaS를 구현하는 과정에서 나타난 것처럼, 지불 및 정산 처리, 교통상황예측, 통행예약제 및 이용자 관심지점(POI) 정보 기반 여정계획 서비스 등이 향후 자율주행차량을 활용한 MaaS가 현장에 원활히 적용되기 위한 핵심 기술로 평가되고 있다. 앞서 제시한 자동화, 공유화, 통합화를 위한 기술개발이 원활하게 진행된다고 해도 도로에 운행되는 자율주행차량과 일반차량 간의 조화로운 연계(coordination)가 교통망 운영 및 관리 주체에 의하여 효과적으로 이루어지지 않는다면 도로의 혼잡을 막을 수 없을 것이다. 따라서

TMaaS(Traffic Management as a Service)에 대한 개념이 도입되어 교통수요관리 및 통행 우선권 제어와 같은 교통류 관제가 실행되어야 한다.

또한 통합모빌리티 시스템 구축을 위한 개인형 이동수단 및 공유 서비스의 원활한 이용을 위해 위치 및 확률 기반의 최적배치 전략 기술이 필요하며, 드론 택시와 같은 새로운 형태의 이동 서비스 및 관제 기술 개발도 동시에 이뤄져야 한다.

2) 모빌리티 서비스 실용화 전략

현재까지 교통서비스는 공공부문이 주도적으로 교통 인프라를 구축하고 운영하는 것에 직간접적으로 관여하면서 제공되어 왔다. 그러나 미래의 모빌리티 서비스 시장에서는 민간부문이 주도하고 공공부문은 보다 많은 민간 참여자가 시장에 적극적으로 참여할 수 있는 제도적 틀을 제공하는 역할을 수행하게 될 것이다. 이처럼 서비스의 제공 주체가 공공부문에서 민간부문으로 변화함에 따라 서비스가 현장에 적용될 때 추가적으로 고려해야 하는 사안들이 발생하고 있으며, 이를 위한 방안을 제시하고자 한다.

① 기존 서비스와 상생 방안 합의

새로운 공유 모빌리티 서비스가 시장에 도입됨에 따라 기존의 운송 서비스와 관련된 이해 당사자 사이에 얽힌 갈등 문제는 매우 복잡하다. 이해 당사자는 이용자, 운전자, 시설 제공자, 플랫폼 사업자로 구분되며, 각 이해 당사자들의 요구사항은 자신들이 처한 환경에 따라 상이하다. 이용자들은 공유 모빌리티 서비스를 통하여 이동의 편리성, 신속성, 안전성, 쾌적성이 확보될 것을 요구한다. 운전자들은 새로운 공유 모빌리티 서비스가 시장에 도입됨에 따라 그동안 사업자 이익을 보전하도록 편향된 근로 조건이

운전자들의 권리가 확보되는 방향으로 개선되기를 원한다. 공유 모빌리티 서비스를 위한 시설 제공자는 산업에 투자한 만큼의 정당한 대가가 지불될 수 있는 시장 환경이 조성될 것을 원하며, 공유 모빌리티의 새로운 참여자로 인식되는 플랫폼 사업자 입장에서는 창의적이고 도전적인 사업이 안정적으로 진행될 수 있도록 기존 운송산업 제도의 보완과 개선을 요구하고 있다. 이와 같이 이해 당사자의 이해관계가 첨예하게 대립되는 경우에 이를 조정할 수 있는 갈등조정 체계가 구축되어야 하고, 모빌리티 혁신으로부터 발생하는 소외계층에게 어떻게 이익을 재분배할 것인가에 대한 논의도 필요하다. 이미 해외에서는 승차공유나 차량공유 서비스를 새로운 서비스로 수용하고 기존의 산업 지원을 통해 상생하는 방법으로 갈등을 조절하고 있다. 우리나라 상황에 적합한 공유 모빌리티 서비스의 원활한 도입과 확산을 위하여 지자체 규모별 공유 모빌리티 혁신 실행계획을 수립하여 지자체의 교통 여건에 따라 실효성 있는 공유 모빌리티 시스템을 구축할 필요가 있다. 예컨대 공유모빌리티의 도입단계에서는 경쟁이 심한 대도시보다 중소도시나 외곽지역에 교통서비스가 원활히 보급되지 못한 지역을 중심으로 서비스를 도입하는 것이 기존 운송사업자와 갈등 요소를 줄일 수 있을 것이고, 이용자들에게 공유 서비스에 대한 긍정적인 여론 조성과 함께 효용성을 부각시켜 시장에 서비스를 안착시키는데 도움이 될 것이다.

② 서비스 보급을 위한 환경 조성

민간에 의하여 개발된 자율주행차 및 공유 모빌리티가 현장에 적용되고 확대되기 위한 서비스 환경이 조성되어야 한다. 교통 서비스의 제공 주체가 공공에서 민간으로 변화함에 따라 정부에 의해 모

빌리티 서비스의 역할이 명확히 규정되어야 하고 모빌리티 사업에 대한 근거가 제도적으로 뒷받침되어야 새로운 서비스가 제도권 내에서 안착되어 운영될 수 있을 것이다.

또한, 새로운 비즈니스 모델을 정착하기 위한 정책 수립 및 규제 완화와 같은 지원도 필요하다. 예컨대 기술은 이미 완전히 통합된 정보와 서비스를 제공할 수 있지만 다양한 거버넌스와 목표를 가진 이해 관계자 간의 충돌로 인해 서비스 제공에 어려움이 있으므로 이를 최소화하기 위한 '모빌리티 특별법'과 같은 정부의 정책적·제도적 지원이 필요하다.

이외에 모빌리티 서비스 사업자가 사업을 시작할 때 필요한 제반 사항들에 대한 지원이 이루어져야 한다. 특히, 사업자가 공유 모빌리티 서비스를 제공하기 위하여 차량을 구입하고 인프라를 구축하는데 소요되는 재원을 원활히 조달받을 수 있는 금융환경을 조성할 필요가 있다. 또한 공유 모빌리티 서비스에 투입되는 자율주행차가 무인으로 운영·관리될 것이므로 이러한 상황에서 발생하는 다양한 법적 문제, 사고 발생에 따른 보상 및 배상이 매우 복잡하게 이루어질 수 있다. 이와 같은 문제가 원활하게 처리될 수 있도록 보험사가 중심이 되어 공유 모빌리티 서비스를 운영하는 사업화 방안도 고려할 수 있다.

3) 모빌리티 서비스 법·제도 개편 전략

모빌리티 서비스의 확대 보급을 위한 정부의 역할은 관련 법·제도를 정비하는 동시에 민간 주도로 공급되는 모빌리티 서비스가 수익성 추가에 얽매어 본래 지녀야 할 공공성이 지나치게 훼손되는 것을 방지하는 것이다. 모든 이용자가 편리하게 모빌리티 서비스를 이용하기 위해서는 서비스 혁신과

함께 대중교통 활성화 전략이 동시에 추진되어야 한다. MaaS시스템의 근간으로 대중교통시스템을 구축하고 민간 모빌리티 서비스를 대중교통과 연계한다면 민간의 유연성과 교통복지를 동시에 추구할 수 있을 것이다. 그러나 민간 사업자가 주도하는 승용차 위주의 모빌리티 서비스로 발전할 경우 사회경제적으로 부정적인 방향으로 모빌리티 서비스 혁신이 진행될 가능성이 높아질 수 있고, 민간을 지나치게 규제하는 경우 새로운 모빌리티 서비스의 개발과 적용이 지연될 것이다. 모빌리티 서비스는 미래의 신성장 동력 산업으로 성장할 것으로 예상되기 때문에 현장에서 타당성이 입증된 서비스의 확대 보급을 위하여 법·제도를 정비하고 모빌리티 서비스 산업이 올바른 방향으로 성장할 수 있도록 제도적인 뒷받침이 필요하다.

① 자율주행차 운영 시스템 구축을 위한 법·제도 정비

자율주행차 상용화에 대비한 법적 기틀을 마련하기 위하여 자율주행자동차 상용화 촉진 및 지원에 관한 법률(이하 자율주행차법)이 2019년 국회를 통과하여 시행되고 있다. 자율주행차법은 자율주행차에 대한 대략적인 정의와 임시운행허가의 근거만 규정하고 있었던 자동차관리법을 탈피하여 관련 정의 세분화, 정책추진체계의 정비, 안전운행 여건 정비, 시범운행지구 도입, 인프라구축·관리, 관련 생태계 기반 조성에 대하여 규정하고 있다.

그러나 자율주행차의 안전성을 확보하고 서비스를 확대하기 위하여 자율주행차법을 다각적인 측면에서 보완할 필요가 있다. 예컨대 차량 간 통신을 통하여 안전성을 확보하기 위하여 자율주행차량뿐만 아니라 비자율주행차량에도 V2X 통신 장치 설치를 의무화하고, 사이버 보안 등에 대비한 안전기준 제정

도 필요하다. 차량-인프라-센터간 정보 교환 및 해킹 방지를 위한 인증체계 구축도 필요하다. 또한 도로관리청이 자율주행 차량들의 군집주행을 통제하고 교통분산을 유도하는 등 개별차량을 제어·관리하기 위한 근거 법도 후속적으로 마련되어야 한다.

② 공유 모빌리티 서비스 도입을 위한 법·제도 정비
현재 국내·외적으로 빠른 속도로 성장하고 있는 공유 모빌리티 서비스는 여러 가지 어려움 속에서 시장에 진출하여 기존 교통서비스가 제공하지 못했던 새로운 서비스를 제공하면서 이용자의 편의성을 향상시키고 있다는 측면에서 긍정적으로 평가받고 있다. 그러나 기존의 운송사업자와의 갈등 상황을 해결하기 위하여 법·제도적인 개선이 필요한 상황이다. 현재 택시 총량제로 규정되어 있는 택시 사업구역에 관한 규정, 택시의 차고지 보유의무 규정 등은 향후 공유 모빌리티 사업의 본격적 추진을 위하여 보완되어야 할 것으로 판단된다. 이와 함께 플랫폼 운송사업자가 허가대수 또는 운행횟수 등을 고려하여 납부하는 여객자동차운송시장안정기여금을 현실화할 필요가 있다.

③ 데이터 공유 및 활용을 위한 법제도 정비
모빌리티 서비스 산업의 확장은 데이터를 공유하고 활용하는 것에 깊은 연관이 있다. 현재 통합 모빌리티 서비스 분야에서 데이터를 활용하는 것에 있어 가장 큰 문제는 ㉠ 데이터 통합과 분석에 한계가 있다는 점 ㉡ 데이터를 활용하다 보면 개인정보 보호의 문제에 봉착한다는 점 ㉢ 데이터가 본래의 목적과 달리 악의적으로 활용될 수 있다는 점이다. 통합 모빌리티 서비스(MaaS)를 효과적으로 운영하기 위하여 데이터의 개방 및 통합이 필요한데, 현장에서 취합되는 데이터의 표준화가 이루어지지 않아 실제

로는 폭넓게 활용되고 있지 못한 상황이다. 또한 데이터의 활용성을 높이는 과정에서 개인정보보호 문제가 대두되고 있다. 현행법상 개인정보보호는 개인정보보호법과 정보통신망의 이용촉진 및 정보보호 등에 관한 법률에 의해 규율되고 있다. 그러나 이 법률은 빅데이터 시대를 예상하고 제정되지 않아 시기에 부합하지 못하다는 한계를 가지고 있다. 미래 국가 신성장동력으로 발전할 가능성이 있는 모빌리티 서비스 산업의 확장을 위하여 개인정보의 오남용을 방지할 수 있는 범위에서 법령 개정이 필요할 것이다.

또한 민간 교통정보의 원활한 공유와 거래 활성화를 위한 플랫폼의 필요성이 대두되고 있다. 공공데이터뿐만 아니라 민간데이터 거래기능을 통한 데이터 융합은 새로운 서비스 등장을 이끌 것이다. 빅데이터 거래의 건전한 시장 형성을 위한 정부의 역할이 필요하다. 

특집 02

Mobility-as-a-Service (MaaS) 활성화를 위한 국내외 법제도 환경 분석과 과제

소재현 | 아주대학교 교통시스템공학과 조교수

홍지호 | 아주대학교 교통공학과 석사과정

1. 들어가며

기존 대중교통 체계에 더해 최근 개인형이동장치, 공유교통, 수요응답형 기반의 다양한 스마트 모빌리티 서비스가 등장하며 우리의 모빌리티 환경은 더욱 다채로워진 반면, 많은 모빌리티 서비스 각각에 대해 검색, 예약, 결제를 별도로 해야 하는 새로운 불편함이 생기게 되었다. 이러한 이슈와 더욱 편리한 스마트모빌리티 서비스라는 사람들의 요구(needs)가 증가하며, 이동에 필요한 경로탐색, 수단선택, 예약 및 결제 등의 서비스를 하나의 플랫폼 환경에서 한 번에 실행할 수 있고 개인의 특성과 이용 가능한 교통수단을 고려하여 출발지에서 목적지까지의 이동서비스에 대해 다양한 대안을 제시해주는 서비스 환경인 통합이동서비스(Mobility-as-a-Service)가 국내외에서 시도되고 있다.

MaaS 서비스는 핀란드 헬싱키에서 Whim이라는 서비스 앱을 통해 처음 그 개념이 도입되었고,

이후 헬싱키에서는 정부와 민간 모빌리티 서비스가 협력한 MaaS Global이라는 거버넌스 체계에 의해 제공되는 Whim 플랫폼을 통해 트램, 버스, 지하철, 택시, 렌터카, 공공자전거 등의 이동 수단을 이용한 최적 경로 안내, 예약 및 결제 서비스 기능을 제공하고 있다. 우리나라 정부 역시 급속히 발전하는 산업 기술에 대비하고 세계적인 경쟁 환경에 적극적으로 대응하려는 방안으로 MaaS 산업이 포함된 10대 유망 신산업을 발표하였고, 제주도와 대구광역시 등에서 MaaS 플랫폼 기술개발 및 실증사업 등을 진행한 바 있다. 민간에서 역시 카카오모빌리티, 티맵모빌리티, 현대자동차 등 다양한 플랫폼 기반 모빌리티 서비스 회사에서 각자의 비즈니스모델을 기반으로 다양한 방식의 MaaS 서비스를 선보이고 있다.

이러한 대내외적 환경 변화에 대응하여 해외의 각 나라들은 MaaS 서비스 산업을 미래 신산업 분야로 규정하고 법제도 측면의 규제를 완화하고

산업 활성화를 위한 법제도 마련에 힘쓰고 있다. MaaS 서비스는 중앙정부, 지자체, 기존/신규 교통/모빌리티 사업자, 서비스 이용자 등 다양한 주체 간 협력이 필요하고, 통합이동서비스의 특성상 여객운수사업, 민간플랫폼, 교통서비스 이용자 권익, 개인정보 보호 및 데이터 보안, 보험 및 법적 책임 등 다양한 법과 관련이 있어, 다양한 주체와 관련 법간 상충을 완화하기 위해서는 법제도적 환경분석에 기반한 법제 정비가 필요하다.

참고로 본고의 내용은 대한교통학회 논문지에 투고한 ‘통합이동서비스 활성화 측면의 국내외 법제 기반 준비수준에 관한 연구 (홍지호 외 3인) (2022년 5월 투고)’의 내용을 발췌한 것임을 알린다.

2. 국내 MaaS 관련 법제 현황

최근 IT 기술의 발달로 여객자동차 운수사업자와 소비자를 연결해주는 플랫폼 운송사업이 등장하였으나 점차 활성화되면서 기존 산업과의 충돌이 심화되었다. 기존 택시운송사업과 중복

되는 서비스를 제공하고 있음에도 불구하고 제도가 동등하게 적용되지 않으며 현행법상 예외규정들을 활용한 사업을 추진함에 따라 기존 택시운송사업자들의 반발이 거세졌다. 이에 플랫폼 택시를 제도화하고 현행법의 예외규정들을 활용한 사업 추진을 제한하기 위하여 여객자동차 운수사업의 일종으로 여객자동차 운송플랫폼사업을 신설함으로써 관련 사항들을 규정하고 현행 제도의 운영상 나타난 미비점을 보완하였다. 여객자동차 운송플랫폼과 관련된 여객자동차 운수사업법의 주요 개정사항은 제34조 유상운송의 금지 예외조항으로 유상운송과 관련된 대여자동차 운전자 알선 허용 범위를 세부적으로 명시함으로써 일반 여객운송을 위한 임차행위 및 운전자 알선행위를 금지하였다. 또한, 제49조의2에서 3가지 종류의 여객자동차 운송플랫폼사업을 명시함으로써 플랫폼 택시를 제도화하였다. 이외에도 여객자동차 플랫폼운송사업 허가, 재정지원, 플랫폼 운송사업자의 기여금 납부에 대한 내용을 명시하였다. <표 1>은 여객자동차운수사업법의 운송플랫폼 관련 조항들이다.

<표 1> 여객자동차 운수사업법 여객자동차 운송플랫폼 관련 조항

구분	내용
제34조 (유상운송의 금지 등)	- 유상운송과 관련된 대여자동차 운전자 알선 허용 범위에 관한 내용 바. 관광을 목적으로 승차정원 11인승 이상 15인승 이하인 승합자동차를 임차하는 사람. 이 경우 대여시간이 6시간 이상이거나, 대여 또는 반납 장소가 공항 또는 항만인 경우로 한정한다.
제49조의2 (여객자동차운송플랫폼사업의 종류)	- 여객자동차운송플랫폼사업의 종류에 관한 내용 1. 여객자동차플랫폼운송사업 2. 여객자동차플랫폼운송기행사업 3. 여객자동차플랫폼운송중개사업
제49조의3 (여객자동차플랫폼운송사업의 허가)	- 플랫폼 운송사업의 허가 기준에 관한 내용 - 국토부장관은 플랫폼 운송사업의 총 허가 대수를 관리할 수 있으며, 필요한 경우 허가 대수를 배분하는 방식으로 허가 가능
제49조의5 (기여금의 납부 등)	- 플랫폼 운송 사업자의 여객자동차운송시장안정기여금 납부에 관한 내용 - 여객자동차운송시장안정기여금 사용 목적에 관한 내용

국내에는 여객자동차 운수사업을 발전시키고 대중교통 육성 및 이용촉진을 위해 다양한 사업에 재정을 지원하고 있다. 대표적으로 대중교통 활성화 지원사업이 존재하는데, 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률 제12조에는 대중교통 운영자에게 교통카드데이터와 보행 및 자전거 이용 데이터 등 다른 교통데이터를 연계한 대중교통 활성화 지원사업에 필요한 소요자금을 보조하거나 용자할 수 있음을 명시하여 대중교통 육성을 위한 재정지원을 할 수 있는 근거를 마련하였다. 현재 시행되고 있는 ‘광역 알뜰 교통카드’는 대중교통 이용 전후에 걷거나 자전거를 탄 거리만큼 마일리지를 적립하여 교통비를 할인받을 수 있는 대중교통 활성화 지원 사업에 해당되어 대중교통의 육성 및 이용촉진에 관한 법률 제12조를 근거로 재정적 지원을 받아 시행되고 있다. 또한, MaaS 관련 규제 완화를 통한 신산업 활성화를 위해 ‘규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법’을 제정함으로써 ‘한국형 규제 샌드박스’ 제도로 불리는 규제자유특구를 도입하

였다. <표 2>는 규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법의 주요 내용이다.

3. 국외 MaaS 관련 법제 현황

3.1 북미(미국)

미국은 현재 대부분 주에서 TNC로 불리는 운송 중개 플랫폼 서비스를 시행하고 있다. TNC는 Transportation Network Company로 온라인 장치 또는 플랫폼을 통해서 승객과 개인차량을 이용하는 운전자를 연결하여 예약된 운송서비스를 제공하고 보수를 받는 업체로 정의된다. TNC 시행에 따라 각 주는 TNC 규정사항을 제시하고 있다. 대체로 운전자 배경 확인, 차량 점검, 운전자 안전, 승객 안전, 보행자 및 자전거 안전, 운영, 연식 관리, 접근권(장애인 포함), 여행 보고, 면허 및 등록, 관리 수수료 및 기금 등의 분야에서 규정사항을 제시하고 있다. 이 밖에 미국의 MaaS 관련 법제 현황은 <표 3>를 통해 정리하였다.

<표 2> 규제자유특구 및 지역특화발전특구에 관한 규제특례법 주요 개정내용

구 분	내 용
제2조	• 규제 여부가 분명하지 않은 경우, 실증 특례 부여 사유로 추가하여 규제의 범위를 명확히 하는 것에 관한 내용
제77조 제2항	• 규제 자유 특구위원회 위원 정원을 확대하여 다양한 신기술 분야 특구 수요에 탄력적으로 대응하는 것에 관한 내용
제86조	• 실증 특례유효기간 연장 사유에 '부득이한 사유로 실증이 지연된 경우'를 추가함으로써 사업의 연속성을 보장하는 것에 관한 내용
제87조 제7항부터 제10항	• 규제 샌드박스 사업중단 우려를 해소하기 위한 제도 도입, 임시허가 등에 관한 내용
제88조	• 실증 특례나 임시허가를 부여받은 사업자의 의무가입범위 확대에 관한 내용
제89조 및 제91조	• 실증특례의 취소 및 임시허가 취소에 관한 내용

<표 3> 미국의 법·제도 조사·분석결과

구분	미국
공공 대중교통 중심 여객운수사업	• [뉴욕주] 일반 운송사업(승객)의 합리적 서비스 제공 관련 법률 존재 • [뉴욕주] 여객운송사업의 운송 자격 및 요금 산정 관련 법률 존재 • 표준적 택시규제 시스템 QQE control 도입 • [뉴욕주] 택시의 등록기준 및 규제완화
민간 모빌리티 서비스 중심 여객운수사업	• TNC 관련 규정 존재 (안전, 책임의무, 비용 등) • [뉴욕주] 라이드셰어링 면허 총량제 시행
사고 시 보험 및 법적 책임	• 라이드셰어링 운행 단계별 TNC 보험 적용 법률 존재 • [뉴욕주] 버스 사고에 따른 피해자의 보상 적용 법률 존재 • P2P 형태 카셰어링 사고 시 책임 소재 관련 법률 존재
신산업 지원	• 대중교통 혁신법을 근거로 신산업 예산 지원 - MOD Sandbox Program 시행 - IMI 시범 프로젝트 시행

3.2 유럽(영국, 프랑스, 핀란드)

유럽 국가 중 대표적으로 핀란드의 사례를 보면, 핀란드는 모빌리티 서비스 운영자 간 경쟁 및 자유로운 데이터 접근을 위해 교통서비스법의 데이터 개방성 분야에서 법률을 개정하였다. 주요 개정사항으로 모든 모빌리티 운영자가 개방형 인터페이스를 통해 표준 형식의 데이터에 대해 자유롭게 접근 가능하다는 내용을 명시했으며, 필수 데이터에는 노선, 정류장, 시간표, 가격, 가용성 및 접근성에 대한 정보가 포함되어야 함을 함께 명시했다. 또한, 규제 완화를 통하여 모빌리티 시장을 활성화시키기 위해 택시 운수사업자와 택시 차량수 제한을 해제함에 따라 택시 운수사업자는 여객운송/대중교통 사업자 자격에 명시된 조건만 충족해도 택시를 운행할 수 있게 되었다.

이 밖에 영국과 프랑스에서도 MaaS를 활성화시키기 위한 법제 개선이 적극적으로 이루어지고 있다. 영국은 Bus Services Act 2017을 통해 버스 서비스 고급 발권 제도(Advanced Ticketing Schemes)를 도입함으로써 비접촉식 은행카드, 모바일 기술, 스마트카드 등의 기술을 수용한 다중 수단 발권 제도로 승객에게 단일 결제로 둘 이상의 버스 여행을 가능하게 하는 통합 요금 서비스를 제공한다. 프랑스는 이동성 지향법을 통해 공유 서비스 운영을 허가받은 운영자가 숙지해야 할 사항을 규정함으로써 모빌리티 공유 산업을 발전시키고 있다. 이 밖에 영국, 프랑스, 핀란드의 MaaS 관련 법제 현황은 <표 4>를 통해 정리하였다.

〈표 4〉유럽의 법·제도 조사·분석결과 (영국, 프랑스, 핀란드)

구분	영국	프랑스	핀란드
공공 대중교통 중심 여객운수사업	- 버스 서비스 관련 법률 존재 (Bus Services Act 2017) - 여객운송사업에 관련하여 노선 입찰제(런던) 또는 등록제(런던 외 지역) 시행 - 비수익노선(일반버스운행) 중 비효율이 발생하는 경우 미니버스, 자유 승하차 버스, 수요대응 버스 등 특수 운행 형태 도입	공공 서비스 위임, 자가 운영 방식 두 가지로 대중교통 서비스를 제공함	- 여객 및 화물 운송에 대한 특별법인 교통서비스법 「Act on transport services」 제정 - 택시운수법 개정을 통해 택시 차량 수 제한 해제 및 최소 택시 요금 철폐 - 택시 면허 취득에 관한 법안 개정 (보조금 지원) 교통 서비스 조달 및 개발에 대한 목적으로 대중교통 서비스 관련 예산 지원
민간 모빌리티 서비스 중심 여객운수사업	2018년 우버 면허 연장에 따라 라이드셰어링 합법화 - 라이드셰어링 서비스 안전관리 법안 제시	- VCT 서비스를 시행하며 VCT 규제 사항 관련 법률 존재 - 공유 서비스 운영 시 준수 사항 관련 법률 존재 - 플랫폼 노동 종사자(운전자) 약관 법률 존재	- MaaS 서비스 이용을 위한 앱이 활성화되고 다양한 서비스들이 출시됨에 따라 택시, 모빌리티 운송업체 간의 경쟁이 촉진됨 - 교통공유 서비스와 예약 어플 간의 연계로 이용자의 편의성 증대
데이터 연계·공유	- 정보 공개를 원칙으로 하며 개인 또는 기업이 공공기관 보유 정보에 접근할 수 있는 권리 인정 - 다양한 공공데이터 정책을 통해 공공데이터 공개 및 재이용을 적극 지원 - 교통 관련 데이터 전면 API를 실시간으로 제공함(교통수단 요금, 운행 시간, 예상 도착 시간, 예정 공사 등)	- 공익데이터를 개방할 의무를 법적으로 규정하였으며 공익데이터의 개념을 채택하여 공공데이터와 민간데이터의 공개를 확대함 - 교통 데이터 접근 및 재사용, 교통 데이터 제공 관련 법률 존재	- 모빌리티 서비스 운영자 간 경쟁 및 자유로운 데이터 접근을 위해 교통 서비스법 「Act on Transport Services」 데이터 개방성 분야 법률을 개정함 - 개방형 인터페이스를 통해 교통 흐름 및 이동 정보 무료 제공 의무 존재
신산업 지원	-	-	- MaaS 관련 신산업 활성화 지원 관련 법률 존재(비즈니스 모델 규제 완화, 스타트업 육성 정책 등) - 다양한 교통 수단을 이용할 수 있는 단일 승차권을 운송서비스 제공 업체가 판매 가능하도록 규제 완화

3.3 아시아·태평양(일본, 호주, 싱가포르)

아시아 국가 중 대표적으로 일본의 사례를 보면, 일본은 대중교통 사업자를 중심으로 MaaS 사업을 추진하기 위해 Cashless 도입 비용 또는 AI 온디맨드 교통 도입비용을 지원하고 있으며, 보험 분야에서는 MaaS를 겨냥한 MaaS 보험이라는 특별상품을 손해보험회사인 미쓰이 스미토모 해상과 아이오이닛세 이동화 손해보험을 통해 제공

한다. 또한, 데이터 연계 분야에서 MaaS 데이터 연계 가이드라인을 수립함으로써 데이터 연계 방향성, 구조를 제시하여 MaaS 산업을 활성화시키고 있다.

이 밖에 호주와 싱가포르 등에서도 MaaS와 같은 신산업 활성화를 위한 법제 측면의 준비가 적극적으로 이루어지고 있으며, 특히 호주에서는 Passenger Transport Act를 통해 싱가포르에

〈표 5〉아시아 등 법제도 조사·분석결과 (일본, 호주, 싱가포르)

구분	일본	호주	싱가포르
공공 대중교통 중심 여객운수사업	- 버스 노선 폐지법을 신고제로 변경함에 따라 대중교통 취약 지역이 확대되고 이에 대응하여 디맨드 교통을 보급함 - 여객운수사업법을 통해 대중교통, 수요대응형 지원방안에 대해 규정 - 대중교통사업자 대상으로 MaaS 사업 추진 진행 (보조금 지원) Cashless 결제 도입비용 지원 (보조금 지원) MaaS 사업 활성화를 위한 시 온디맨드 교통(최적 운행경로 검색 등) 도입비용 지원	「Passenger Transport Act」상 버스 안전에 관한 조항(Bus services-safety management systems)과 버스가 택시처럼 운행하는 것을 금지하는 조항 별도 존재 - 택시 보조금 지원 정책(Taxi compensation package)을 통해 승차공유(ride share), hire cars 등으로 인해 타격을 받은 기존 택시 산업 지원	- 대중교통위원회법「Public Transport Council Act」로 구성된 위원회에서 대중교통 서비스와 요금 (공공, 민간) 등을 규제 및 관리 ‘대중교통위원회법’에 따라 대중교통 기금은 버스 서비스와 기차 서비스를 이용하는 승객들에 한해 보조금 지원
민간 모빌리티 서비스 중심 여객운수사업	-	「Point to Point Transport(Taxis and Hire Vehicle) Act 2016」과 「Point to Point Transport (Taxis and Hire Vehicle) Regulation 2017」을 제정하여 택시, 민간 모빌리티에 대한 면허 자격, 안전기준, 요금 등에 대한 조항 개설	지점간 여객운송서비스(street hail /ride hail service)에 대한 법률 「Point-to-Point(P2P) Passenger Transport Industry Act 2019」을 제정하여 택시, 승차공유 운영 사업의 자격(면허 포함), 비즈니스 운영 요구사항 등 명시
데이터 연계·공유	- Google Map을 통한 대중교통의 정적 및 동적 데이터 표시되도록 제공 - 버스 데이터 오픈 시 지원방안 관련 법률 존재 - MaaS 데이터 연계 가이드라인이 존재하여 데이터 연계 방향성, 구조 제시	- 데이터 공유에 관한 법률 Data Sharing (Government Sector) Act 2015 존재 - Transport Data Exchange (TDX) program을 통해 대중교통 및 실시간 데이터 공유 (Open data - AP)	- Land Transport DataMail을 통해 정적 및 동적 개방형 전송데이터 공유 - Open Data Portal에서 택시, 버스 정보 등 교통 데이터를 수집 중이며, API를 이용하여 민간회사들도 접근 가능
사고 시 보험 및 법적 책임	손해보험회사 ‘미츠이스미토모 해상’, ‘아이오이닛세 이동 화손해 보험’은 MaaS 보험을 제공하며 서비스 이용시 사고 책임과 보험 등에 대해 규정	택시를 포함한 민간 모빌리티 서비스를 제공하는 차량에 대한 보험 가입 요구조건 존재 (제3자 재산 피해에 대해 최소 \$5,000,000를 제공하는 보험 1개 이상 가입 필수)	Street-hail/Ride-hail 서비스를 면허 제공 시, 면허소지자의 보험 요건에 관한 사항을 검토하는 조항 존재

서는 Point-to-Point Passenger Transport Industry Act 2019를 통해 대중교통 보조금 지원, 플랫폼 기반 모빌리티 서비스 산업 육성, 서비스 이용자 권익 보호 등에 힘쓰고 있다. 일본을 비롯하여 호주와 싱가포르의 MaaS 관련 주요 법제 현황은 다음 〈표 5〉와 같다.

4. 국내 MaaS 활성화를 위한 법제 정비 방향

MaaS의 토대인 통합을 구축한다는 점에서, 상대적으로 경쟁이 적은 노선 여객자동차운송사업은 서로 다른 지역 간 연계를 가능케 하고 표준화된 양질의 서비스 제공을 기획한 영국 입법례(Bus Services Act 2017)를 참조할 여지가 있다. 여객자동차운송사업은 노선 폐지를 할 경우에 사업계획 변경 인가를 받아야 하는데, 인구

감소 등으로 인한 노선 폐지의 경우에는 노선 폐지 절차를 간소화시킨 일본 입법례(노선 폐지 신고제)를 참조할 여지가 있다. 노선 폐지 등으로 발생하는 교통서비스 공백은 수요응답형 여객자동차운송사업의 운행을 통해 보완이 가능할 것으로 판단되며, 비수익 노선과 관련하여 수요에 맞춰 서비스의 다각화를 시도한 영국 입법례(미니버스, 자유 승하차 버스, 수요 대응형 버스 등)를 참조할 여지가 있다. 최근 여러 국가에서 다양한 모빌리티 서비스가 도입 및 활성화되면서 구역 여객자동차운송사업과 플랫폼사업자 간의 갈등이 심화되었다. 이에 대응하여 대부분의 법제도는 택시산업의 규제를 완화하고 지원금을 보조하는 방향으로 수립되고 있으나 영국을 제외한 대부분 국가에서는 여전히 총량 규제를 시행하고 있다.

현재 MaaS를 기획하는 여러 국가는 시장 상황과 사회적 맥락이 서로 다른 상태이다. 플랫폼사업이 시장 진출에 성공한 도시들은 기존 교통서비스가 수요를 충족시키지 못했던 상황이었기에 가능했던 것으로 판단되며, 대표적인 예로 세계 최초 MaaS를 실현한 핀란드가 있다. 이와 달리 플랫폼사업의 시장 진출이 어려운 도시들은 기존 교통서비스의 공급이 포화상태인 경우로 플랫폼사업과 기존 택시사업의 충돌로 인해 시장 진출이 어려웠던 것으로 판단되며, 대표적인 예로 우리나라가 있다. 따라서 국내 법제는 앞서 명시한 바와 같이 총량 규제를 매개로 플랫폼사업을 엄격한 허가제로 운용할 것으로 보이며, 플랫폼사업이 운송사업에 따르는 사업 요건들을 갖출 것을 요구할 것으로 판단된다. 또한, 기여금을 통해 운송사업과 플랫폼사업 간 협력적 관계로 유도하는 법제도가 현실적이고 타당할 것으로 판단된다. 다만, 플랫폼사업의 진출 촉진과 관련된 외국 입법례들은 이미

국내 법제에 상당 부분 수용된 상황으로 볼 수 있다. 국내는 여객자동차 운수사업법을 통해 여객자동차운송플랫폼사업이 갖춰야 할 사업 요건으로 보험 가입을 명시하였다. 이는 MaaS 이용자의 권익을 위한 필수적인 법제이지만 운송사업에 따르는 보험 수준을 넘어서서 MaaS 실현을 위해 MaaS 사업의 고유한 특성들을 반영하는 보험 제도를 도입할 필요성이 있다. 따라서 MaaS 사업의 고유한 특성들을 반영하여 발생 가능한 손해를 포괄적으로 보상한다는 점과 운영자, 운전자, 이용자 즉, 대상의 특성에 따른 보상내용을 구분했다는 점에서 일본의 보험(미쓰이 스미토모 해상과 아이오넷 세 이동화 손해보험의 MaaS 보험)은 참조할 여지가 있다.

국내는 한국형 규제샌드박스를 통해 신속처리, 일괄처리, 임시허가, 실증을 위한 규제 특례의 4가지 제도를 도입함으로써 신산업이 활성화될 수 있는 법적 여건을 마련하였다. 하지만 MaaS와 관련된 신산업을 촉진하기 위해서는 이와 같은 제도뿐만 아니라 MaaS를 겨냥한 실질적 법률을 만들 필요가 있으며, 특히 미국(MOD, IMI 관련), 핀란드(Whim 관련) 등의 입법례를 참조할 여지가 있다.

5. 맺음말

본고는 대한교통학회 논문지에 투고한 ‘통합이동서비스 활성화 측면의 국내외 법제 기반 준비 수준에 관한 연구(홍지호 외 3인) (2022년 5월 투고)’를 발췌한 내용이며, MaaS 산업과 관련된 국내외 법제도 및 규제 동향 분석에 기반한 국내 MaaS 산업 활성화를 위한 법제 개선 시사점을 제시하였다.

국내보다 MaaS 산업의 시작이 빨랐던 국외 선도 국가들의 MaaS 분야 법제도 및 규제 동향을 조

사·분석한 결과, MaaS를 겨냥한 특별법을 제정하기보다는 MaaS 산업과 관련된 다양한 분야의 기존 법 조항을 개정하거나 교통·모빌리티 자체를 다루는 법 테두리 안에서 법제도를 구축하는 것으로 보인다.

핀란드는 교통 서비스법(Act on Transport)을 통해 MaaS 서비스를 포함한 사용자 지향 모빌리티 서비스 제공을 촉진하고 모빌리티 서비스 운전자 간 경쟁 및 자유로운 데이터 접근을 위해 데이터 개방성 분야의 법률안 개정을 추진하였다. 또한, 기존 산업과 신산업 간의 상생을 위해 우버와 같은 라이드셰어링이 합법적으로 운영될 수 있는 법적 조건을 마련하고 택시 서비스에 관한 내용을 개정함으로써 택시 관련 규제를 완화하였다. 새로운 모빌리티 서비스 산업군의 시장진입에 있어 상대적으로 충돌이 적었던 미국은 TNC(Transportation Network Company)를 정의하고 TNC 사업자에 대한 시 단위 조례 등을 마련함으로써 서비스 제공 시 요구사항을 규정하였다. 주요 내용으로 TNC 사업에 대한 운전자 신원조회, 운전자와 승객의 안전조치, 운영 및 관리사항 등을 명시하였으며, 본 규정은 승객의 안전 및 서비스의 질 유지의 근거로 활용되고 있다. 또한, 미국은 교통 신산업의 활성화를 위한 재정 지원 기반 법제도가 잘 마련된 대표적인 국가로 대중교통혁신법에 기반하여 연방정부 예산을 투입함으로써 신산업을 지원할 수 있는 법률적 근거가 존재한다. 이와 같은 법제도를 통해 MaaS 연구개발 및 실증사업이 가능할 것으로 보이며 대표적으로 IMI 프로젝트를 시행한 사례가 있다.

정부 주도로 MaaS 산업을 활성화하는 일본은 일본형 MaaS를 목표로 각 지역 특성에 기반한

MaaS 서비스 구축 시 사업비의 50%를 중앙정부에서 지원하는 제도를 시행하고 있으며, 이에 따라 52개 지역을 선정하여 MaaS 서비스 실증사업을 추진하고 있다. 또한 교통사업자를 대상으로 표준데이터 형식을 통해 데이터를 연계하도록 하고 서비스 앱의 사양을 표준화하였으며, ‘MaaS 관련 데이터연계에 관한 가이드라인 ver2.0’을 통해 MaaS 데이터 연계 방향성과 구조 등을 제시하였다.

이처럼 각국은 해당 국가의 법제도 특성과 신 모빌리티 서비스 도입에 따른 대중 인식 및 대응에 따라 MaaS 산업에 관련된 법제도 현황 및 정비 방향, 규제 흐름 등이 다르지만 대체적으로 공공 영역에서는 MaaS 산업 활성화를 위한 기존 법제도 정비 및 규제 완화 정책을 시행하고 있고, 이는 기존 여객운송 관련 법제도, 신산업 지원 관련 법제도, 교통·모빌리티 서비스 강화(지원) 관련 법제도 등의 개정을 통해 나타나고 있다. 다만, MaaS 서비스 산업은 최근 들어 나타난 신산업으로 대부분 국가에서 MaaS 산업 활성화를 위하여나 MaaS 산업을 겨냥한 구체적인 법제도가 존재하거나 제시된 것으로 판단하기는 어렵다. 오히려 MaaS 산업 활성화를 위한 교통·모빌리티 분야 신산업의 시장진입 시 기존 산업과의 갈등 조정절차의 공식화(제도화), 비수익 노선에서의 서비스 제공사업자 지원방안, 교통·모빌리티 분야 서비스 사업자의 데이터 개방 및 연계 의무, 서비스 종사자의 권리 보호 의무, 서비스 제공 시 안전유지 관리 방안, 사고 발생 시 보험과 책임, 독점 교통·모빌리티 거버넌스 체계에서의 경쟁 유도 및 독점 관리 방안 마련 등의 추가적인 법제도 측면의 검토가 필요할 것으로 판단된다. 

정책과 기술 01

노후 인프라 대응 연합, 도로인프라 얼라이언스 본격화

송상영 | 서울시설공단 도로관리본부장
차범진 | 서울시설공단 기술혁신센터장
이주현 | 서울시설공단 기술혁신센터 팀장
박병호 | 서울시설공단 기술혁신센터 차장

1. 노후 인프라 대응 움직임

대한민국은 1970~80년대 급격한 경제성장으로 인프라 건설이 집중되었고, 2010년에 접어들면서 교량, 하수도, 열송수관 같은 지하매설물 등의 노후화 가속에 따라 크고 작은 사고가 발생하고 있다. 국토안전관리원에서 발간한 ‘2021 시설물 통계연보’에 따르면 국내 건설 후 30년 이상 경과한 노후 인프라 비중이 2040년이면 74%에 달할 것이며 관리 비용도 지속적으로 상승할 것이라고 한다. 이와 관련하여 유지관리 및 연구개발 각 분야에서는 다양한 기관과 협력하여 거버넌스 구축 등을 통해 노후 인프라에 대한 문제를 해결해보고자 하는 움직임을 보이고 있다.

정부는 건설산업 혁신방안(2018), 스마트 건설기술 로드맵(2018), 지속가능한 기반시설 안전강화 종합대책(2019), 기반시설관리 기본법(2020) 등 각종 정책을 발표하며 노후 인프라 대응을 위한 준비를 하고 있으며, 기반시설 첨단관리 기술개발 사업(2022) 등 기반시설 유지관리 분야 R&D도 추진하고 있다.

〈그림 1〉 노후 인프라 시대 진입에 따른 대응 정책



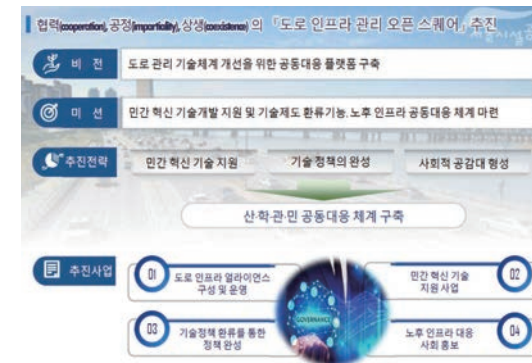
서울시설공단(이하 공단)은 2019년 7월부터 PSC 교량 분야의 유지관리 및 연구에 집중하여 산학관민 외부 전문가 등이 참여하는 오픈 이노베이션을 통해 다양한 경험과 지혜·지식 등을 공유하며 PSC 교량 유지관리 분야의 선도적인 역할을 해나가고 있다. 본 협회지 제166호 정책과 기술 편에서 PSC 오픈 이노베이션 운영성과 및 향후 추진 방향에 대해 자세히 다룬 바 있다. 공단은 여기에 그치지 않고 오픈 이노베이션에 참여하는 여러 기관의 의견을 수렴하여 도로인프라 관리 분야로 범위를 확장하고 혁신기술 지원 및 기술정책 선순환

을 통한 정책의 완성, 노후 인프라 대응에 대한 사회적 공감대 형성 등을 추진하고 있다.

2. 산학관민 공동 협력 오픈 플랫폼, 도로인프라 관리 오픈 스퀘어

공단은 PSC 오픈 이노베이션('21.8.11.)을 통해 많은 전문가들이 모인 자리에서 산학관민을 대상으로 노후 인프라 대응을 위한 협력을 제안한 바 있으며, 이후 공감대 형성을 통해 도로인프라 관리 오픈 스퀘어 추진계획을 수립('21.8.31.)하였다. 협력(cooperation)·공정(impartiality)·상생(coexistence)의 도로인프라 관리 오픈 스퀘어(이하 오픈 스퀘어)는 노후 인프라 공동 대응 체계를 구축하는 것이 목표이며, 공공기관·대학·민간·연구원·학회 등이 함께 노후 인프라의 안전하고 효율적인 유지관리를 위해 머리를 맞댄다. 또한, 모든 주체가 힘을 합쳐 인프라 유지관리 혁신 기술을 개발하고, 관련 정책이 현장 끝선의 현실을 반영할 수 있도록 선순환 구조를 정립하며, 사회가 인프라 노후화 문제에 지속적으로 관심을 갖도록 공감대를 형성해 나가는 것이다.

〈그림 2〉 도로인프라 관리 오픈 스퀘어 목표



아울러 국내의 노후 인프라에 대한 선제 대응이 국민의 삶에 중요한 것임을 인식시키고, 노후 인프라를 효율적·효과적으로 관리하기 위해 산학관민의 기술과 지혜를 총동원하는 플랫폼을 구축하게 된다. 이를 위해 노후 인프라 대응 연합인 도로인프라 얼라이언스를 구축하고자 공단은 다양한 기관의 협력을 이끄는 노력을 시작하였다.

3. 노후 인프라 대응 연합, 도로인프라 얼라이언스 출범

노후 도로인프라에 대응하기 위해서는 어느 한 기관의 노력으로는 어렵기 때문에 다양한 기관의 협력을 이끌어 내기 위해 기반시설 관련 기관을 찾아다니며 도로인프라 관리 오픈스퀘어 사업의 취지와 계획을 일일이 설명하였다. 각 기관별 실무부서를 통해 해당 기관장의 협력을 이끌어낼 수 있었으며, 공동 대응의 필요성에 공감하며 노력하는 공단에게 감사의 뜻도 전해 왔다. 이렇게 한국도로공사, 국토교통과학기술진흥원, 국토안전관리원 등 기반시설 관련 3개 공공기관, 서울대학교, 한양대학교, 서울시립대학교, 영남대학교 등 4개 대학교, 대한토목학회, 한국교량및구조공학회, 한국콘크리트학회, 한국구조물진단및유지관리공학회 등 4개 학회, 한국건설기술연구원, 차세대융합기술연구원 등의 2개 연구기관, 국내 300여 개 전자정보통신 관련 기업을 회원으로 둔 한국전자정보통신산업진흥회 등 공공기관·대학·민간·연구원·학회 등 15개 기관이 협력하여 도로인프라 얼라이언스를 구성하게 되었다. 마침내 산학관민으로 구성된 인프라 유지관리 및 안전강화를 위한 공동협력 플랫폼을 구성하게 된 것이다.

〈그림 3〉 도로인프라 얼라이언스 협력 기관



2021년 11월 26일에는 한국교량및구조공학회가 주최하고 서울시설공단·서울대학교 건설환경종합연구소가 공동 주관하는 기술콘퍼런스를 통해 도로인프라 얼라이언스 공식 출범행사를 개최하였다. 서울시의회 도시안전건설위원장, 국토안전관리원장, 서울대학교 부총장의 축사를 비롯하여 서울시설공단 이사장의 “노후 인프라 대응을 위해 힘을 합쳐야”라는 주제 발표로 출범행사를 시작하여 도로인프라 관리 오픈스퀘어 사업 소개 및 공공의 기술니즈 공개, 기술·제도 정책 개선 제언 등도 진행되었다. 행사는 메타버스 플랫폼인 게더타운과 줌(ZOOM)을 동시 활용하여 온라인에 총 47개 기관 261명이 참여하여 심도 있는 의견을 나누는 등 성공적으로 마무리되었다.

〈그림 4〉 도로인프라 얼라이언스 공식 출범행사 개최



도로인프라 얼라이언스의 참여기관은 기술협력, 제도개선 등 도로인프라 관리 오픈 스퀘어를 전반적으로 운영하며, 각종 회의(콘퍼런스 등) 참석 및 의견제시, 의사결정 등 사업의 주체가 된다. 모든 운영 내용은 공개·공유를 원칙으로 하며, 의사결정도 토론과 합의를 원칙으로 진행된다. 공단은 사업수행 및 각종 행정 지원 등의 업무를 처리하기 위해 간사기관을 맡고 도로인프라 얼라이언스의 활동을 지원한다. 참고로 도로인프라 얼라이언스의 모든 활동 내용은 전용 웹사이트(opensquare.sisul.or.kr)를 통해 공개·공유하고 있다.

전용웹페이지 : 도로인프라 관리 오픈스퀘어 (opensquare.sisul.or.kr)

- 기술니즈(영상), 얼라이언스 논의 사항 공개, 각종 행사 개최 안내, 노후 인프라 대응 관련 국내외 동향 자료·홍보 콘텐츠 등 사회 홍보
- ▶ (現) 공단 도로시설물 점검 및 보수기술(Needs) 8건 공개 등
- PSC 오픈노베이션 홈페이지 연동 및 기술 공유마당 진행사항 공유 등

4. 도로인프라 얼라이언스 운영 본격화

2022년은 도로인프라 얼라이언스 출범 원년으로 ① 운영 내실화 ② 민간 혁신 기술 지원 추진 ③ 기술정책 환류를 통한 정책완성 ④ 노후 인프라 관리 중요성 사회 홍보 등 4가지 추진 과제를 수행 목표로 정하고 협력 체계를 강화해 나가고 있다.

〈그림 5〉 도로인프라 얼라이언스 추진 과제



① 도로인프라 얼라이언스 운영 내실화를 위해 각 기관별 책임자급(기관장, 부서장 등)으로 구성된 정기회의와 실무자급 수시회의를 통해 네트워크를 강화해 나가고 있다. 정기·수시 회의를 통해 도로인프라 얼라이언스 운영을 위한 정관을 제정하고 회장을 선임하였으며, 기관 간 협력 사업을 발굴하여 구체적으로 협력해 나가기로 합의하였다. 협력 사업으로는 노후 인프라 관리 중요성 홍보, SOC 디지털화, 중대재해 예방 협력 체계 구축, PSC 기술개선 권고안 발간이 있다.

〈그림 6〉 도로인프라 얼라이언스 운영 내실화를 위한 정기회의 개최



② 민간 혁신기술 지원을 추진한다. 신기술 개발 지원을 위해 기반시설 첨단관리 기술개발(국토교통과학기술진흥원, 2022.4~2026.12)에 참여하여 국가 R&D 추진을 지원한다. 국토안전관리원, 한국도로공사, 한국건설기술연구원 등이 참여하는 기술개발 사업에 서울시설공단은 실증 기관으로 참여하여 기반시설 유지관리 혁신기술 개발을 지원할 예정이다.

〈그림 7〉 기반시설 첨단관리 기술개발 사업 개요



신기술 실증 지원을 위해 한국도로공사와 연계하여 GPR, 드론 활용 구조물 점검, 터널 스캔 기술 등의 새로운 기술을 서울의 주요 도로에 적용하여 실증함으로써 기술 개발에 기여하고자 한다. 또한 지난해부터 국토교통과학기술진흥원과 함께 진행해온 기술공유마당을 통해서도 국가 R&D 성과가 현장에 적용되어 발전적인 방향을 제시하고 개선 반영될 수 있도록 함께 노력하고 있다.

〈그림 8〉 한국도로공사와 연계한 서울 주요 도로 신기술 실증 지원



〈표 1〉 국토교통과학기술진흥원과 함께하는 기술공유마당 기술 목록

연번	기술명	연구기관	연구기간
1	도로시설물용 광축매 건설자재 및 적용기술	한국건설 기술연구원	'18.06.29 ~ '23.02.28
2	영상 및 레이더 스캔을 이용한 터널균열 및 사면변형 측정 기술 개발	(주)엠텍	'18.04.01 ~ '20.12.31
3	노후 PSC 구조물의 잔여 긴장력 자동 진단을 위한 외부 자화 EM 및 3D GPR 다중 계측 기술 개발	차세대융합 기술연구원	'20.04.13 ~ '21.12.31
4	텍스타일과 무기계 접착제(FROM)를 활용한 노후 콘크리트 구조물 성능향상 및 유지관리 시스템 기술	(주)케어콘	'19.04.19 ~ '21.12.31
5	고공, 밀폐, 분진노출, 협소공간 (높이 0.6m이하) 강교량 재도장 이동형 작업 장치	(주)이레하이 테크 이앤씨	'19.04.19 ~ '21.12.31
6	도심지 기반함몰 예방을 위한 지중폐판 및 공동 충전 공법	(주)케미우스 코리아	'19.04.19 ~ '21.12.31

③ 기술제도 환류를 통한 정책의 완성에 기여하고
자 제도 개선사항을 발굴하고 있다.

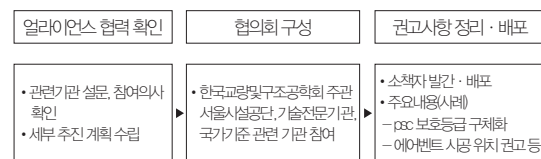
기반시설 관련 제도가 현장의 끝선까지 잘 전달되
고, 다시 현장의 의견이 제도에 반영되는 환류를
통해 정책의 완성을 돕고자 한다. 제도의 개선·
보완이 필요한 사항은 도로인프라 얼라이언스의
이름으로 정책 당국에 건의하여 개선을 유도하고
자 하는 것이다.

〈그림 9〉 기술·정책 제도 환류를 통한 제도 개선사항 발굴



우선적으로, 2019년부터 진행해 오면서 PSC 오픈
이노베이션에서 논의되고 있는 PSC 분야(설계·
시공·유지관리) 기술 개선을 위한 권고사항을 정
리하여 각급 기관에 배포함으로써 제도 개선을 위
한 사회적 공감대를 형성하고 국가 기준이 개선될
수 있는 저변을 확대하고자 한다. 이를 위해 도로
인프라 얼라이언스는 한국교량및구조공학회와 서
울시설공단을 주축으로 집필진을 구성하고 올해
안에 PSC 기술개선 권고안을 발간할 예정이다.
제도가 시행되어 현장 끝선의 의견을 반영하여 다
시 제도화되는 진정한 의미의 정책의 선순환이 가
능할 것으로 기대한다.

〈그림 10〉 PSC 분야(설계·시공·유지관리) 기술 개선사항 공감대 형성



④ 노후 인프라 관리 중요성에 대해 사회적 공감대
를 형성해 나가고 있다.

과거에 비해 전문가들 사이에서 노후 인프라 관리 중
요성에 대해 많은 부분 공감감이 이루어져 가고 있다.
그러나 안타깝게도 사회적으로는 이러한 공감대
형성이 다소 부족한 것이 현실이다. 기반시설의
노후로 인해 사고가 발생하면 사회적으로 큰 이슈
가 되기 마련이지만, 시간이 지나면 다시 우선 정
책에서 밀리게 되는 경우가 많다. 긴 안목을 가지
고 국가 정책으로 진정성 있게 연결되기 위해서는
국민적 공감대가 형성되어야 한다. 그래야만 정책
을 뒷받침하는 자원뿐만 아니라 사람에 대한 투자
도 이뤄지기 때문이다. 이러한 목적을 가지고 도

로인프라 얼라이언스는
노후 인프라 위기에 대
한 사회적 공감대를 형성
하고 사회적 인식을 개선
하기 위해 일반인도 쉽게
이해할 수 있는 다양한
형식의 콘텐츠를 발굴하
여 홍보에 나서고 있다.
예컨대 노후 인프라 위
기와 관련된 영상, 기술개발 필요성에 대한 영상,
도로인프라 관리 오픈스퀘어 사업 소개 영상 등을
제작하여 공유하고 있으며, 일반인이 노후 인프
라에 관심을 가질 수 있도록 카드뉴스를 제작하여
배포하고 있다.

또한 노후 인프라 관리 중요성 시민 슬로건 공모전
(’22.5.9 ~ ’22.5.27)을 개최하여 사회적 공감대를
형성해 나가고 있다. 2022년 연말에는 제1차 도로
인프라 관리 오픈스퀘어 성과 공유회를 개최할 예정
이며, 그간의 사업성과를 공유하는 등 기반시설 유
지관리와 관련된 다양한 의견도 청취할 예정이다.

〈그림 11〉 노후 인프라 관리
중요성을 알리기 위한 시민
슬로건 공모전 개최



〈그림 12〉 일반인에게 노후인프라관리 중요성을 알리기 위한 콘텐츠 홍보



5. 향후 발전 방향

도로인프라 얼라이언스는 공공의 기술 니즈를 충
족하는 맞춤형 유지관리 기술을 발굴하고 있으며,
국민의 삶과 직결되는 공공 서비스의 질적 향상을
위해 노력하고 있다. 또한, 디지털 대전환 시대에
맞춰 서울시설공단은 도로의 디지털화를 위한
노력과 더불어 시대의 화두가 되고 있는 중대재해
예방을 위한 건설안전 기술의 공유 확산을 위해서
도 노력 중이다. 노후 인프라 대응에 대한 사회적
인식 개선을 위한 홍보 활동도 지속적으로 추진해
다양한 기관이 도로인프라 얼라이언스에서 협력
할 수 있도록 네트워크를 지속적으로 확대해 나갈
것이다.

서울시설공단 전기성 이사장 직무대행은 “노후 기
반시설은 시민 안전에 직접적인 위협이 되는 만큼
관계 기관들은 지속적인 기술 교류를 통해 시설물
의 안정적인 관리에 애써야 한다”며, “도로인프라
얼라이언스를 시작으로 공단이 관리하는 모든 시
설물의 종합적이고 선제적인 대책 마련을 위해 노
력해 나갈 것”이라고 강조하며 관계기관의 협력을
당부하고 있다.

앞으로도 서울시설공단은 공공기관·대학·민
간·연구원·학회 등 다양한 기관이 갖고 있는 시
설물 인프라 관련 시행착오와 극복사례 등 소중한
경험을 공개·공유하여 함께 대응해 나갈 것이며,
지속가능한 기반시설을 확보를 위해 최선을 다하
겠다. 서울시설공단과 함께하는 도로인프라 얼라
이언스에 많은 관심과 응원을 바란다. 🇰🇷

정책과 기술 02

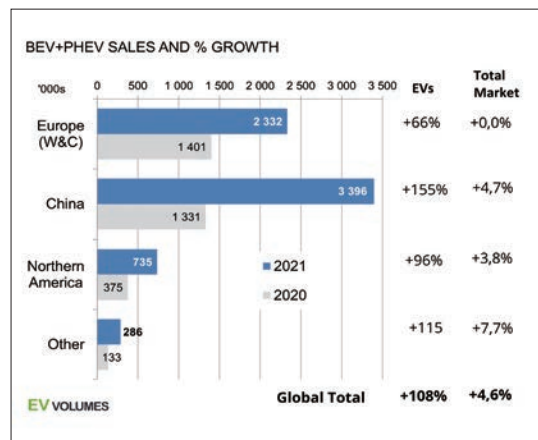
EV 무선충전도로 설치 및 유지관리 기술 동향

강규병 | Purdue University 건설관리학과 교수
서성철 | 충북대학교 건설관리 및 시스템 박사과정
오다현 | 충북대학교 건설관리 및 시스템 석사과정

1. 서론

2021년 전 세계 전기차(EV, Electric vehicle) 판매량은 <그림1>과 같이 2020년 대비 108% 증가했다. 또한, 한국자동차연구원에 따르면 국내 전기차 시장은 2021년 3분기까지 7만 1,006대가 판매되었으며, 중국, 미국, 독일, 영국, 프랑스, 노르웨이

<그림 1> 2020년 대비 2021년 전기차 판매량¹⁾

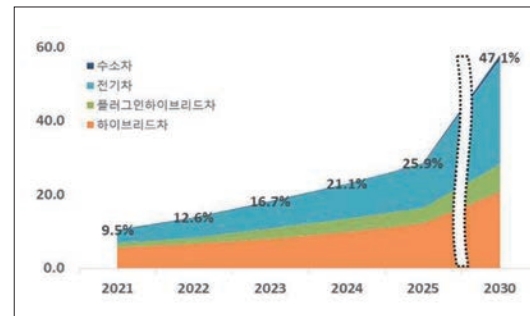


1) Roland Irle, Global EV Sales for 2021, EV-volumes.

전 세계 전기차 점유율은 <그림2>와 같이 2030년까지 약 28.5%까지의 점유율 증가를 예측하고 있다. 이러한 전기차 판매량 증가와 2030년까지의 점유율 증가 추이는 전 세계 전기차에 대한 판매 및 수요가 꾸준히 증가함을 의미하며, 전기차 배터리 충전 기술 발전 및 연구가 지속되도록 만들고 있다.

전기차 판매량이 증가함에 따라 자연스럽게 전기차 충전 시설에 대한 소비자 요구 역시 증가하고 있다. 이러한 충전소 확대 요구에 따라 국내에서는 2025년까지 급속충전기 1만 2,000기, 완속충전기 50만기 추가 설치 계획을 추진하고 있다. 그러나 전기차 배터리 특성상 충전시간은 최소 10분에서 최대 30분 이상까지 필요하다는 문제는 아직 해결되고 있지 않다.

<그림 2> 2030년 전기차 종류별 점유율 예측치²⁾



실제 이러한 문제는 <그림3>에서 확인 가능하다. 딜로이트 글로벌 자동차 소비자 연구결과에서는 주요 전기차 시장 소비자들을 대상으로 배터리만을 동력으로 사용하는 전기차를 구매할 때 가장 크게 우려하는 부분을 조사했다. 그 결과 한정적 주행거리, 충전소 부족, 높은 가격, 내연기관 대비 긴 충전시간으로 나타났다. 이러한 소비자 우려와 배터리 기술의 한계점을 극복하고자 집중적 관심을 받고 있는 기술은 전기차 무선충전기술 및 무선충전도로이다.

무선충전도로는 전기차 운행 시 지속적으로 배터리 충전이 가능하기 때문에 운전자가 충전소에서 전기를 충전할 필요가 없다. 이러한 무선충전도로의 기능은 현재 전기차가 갖고 있는 가장 큰 문제점인 한정적 주행거리, 부족한 충전소, 내연기관 차량 대비 긴 충전시간에 대한 해결책이다. 또한, 지속적인 전기차 충전으로 배터리 용량이 작은 전기차의 보급화가 가능하다. 이러한 이유로 전기차가 가격의 안정화로 소비자들의 전기차 접근성이 확대될 수 있다.

2) 제 4차 친환경자동차 기본계획, 관계부처 합동, 프로스트&설리번(2019), SNE Research(2020), Automotive From Ultima Media(2020) 등 3개 기관 차종별 전망치 종합(30년은 2개 기관 종합)

3) Deloitte Consulting, 2020 글로벌 자동차 소비자 연구

배터리 충전시간에 대한 문제점 해결 방법으로 전기차 배터리 교체 기술이 거론되었지만, 배터리 교체 기술은 안전 및 배터리 소유권에 대한 문제로 인해 배터리 교체 기술보다 전기차 무선충전도로 기술이 더욱 큰 관심을 받고 있다. 최근 대기업들은 전기차 전환에 적극적으로 나서면서 무선충전을 상용화하기 위한 특허 및 연구개발을 활발히 진행하고 있다. 지난 10년간 우리나라에서의 차량 무선충전 관련 특허출원 건수는 총 299건으로 송수신 패드, 이물질 감지, 자기차폐 저감 기술, 충전 과금 시스템이 주요 내용이다. 이렇듯 전기차 배터리의 한계를 해결하는 방안으로 무선충전도로 연구 및 투자에 대한 관심이 높아졌고, 지난 수년간 학계 및 벤처기업들을 중심으로 전기차 무선충전 기술 및 무선충전도로에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다.

<그림 3> 전기차구매 시 가장 큰 우려 원인³⁾

배터리만을 동력으로 사용하는 전기차 구매의 가장 큰 우려 원인은 무엇인가?	2020 글로벌 자동차 소비자 연구					
	프랑스	독일	이탈리아	영국	중국	미국
주행거리	28%	33%	27%	22%	22%	25%
가격	22%	15%	13%	16%	12%	18%
충전시간	15%	14%	16%	16%	15%	14%
충전소 부족	22%	25%	32%	33%	20%	29%
배터리 기술 관련 안전 문제	11%	10%	10%	12%	31%	13%
기타	2%	3%	2%	1%	0%	1%
합계	100	100	100	100	100	100
모집단 수	1,266	3,002	1,274	1,264	3,019	3,006

2. 무선충전도로 현황

무선충전도로는 크게 두 가지 형태로 구분된다. 첫 번째는 단거리 무선충전도로이다. 차량이 주기적으로 정차하는 지점 및 주차공간을 중심으로 전기 충전 송신체를 설치 및 매립하여 전기차의 전력 송수신을 가능하도록 하는 형태이다. 송신체의 매립 시공 길이가 상대적으로 짧으며 차량의 신호대기 지점 및 버스 정류장 등을 대상으로 설치한다. 두 번째는 장거리 무선충전도로이다. 전기차 주행 중 전력 송수신이 가능하도록 하는 형태로 송신체의 매립 시공 길이가 상대적으로 길고 차량 주행과 배터리 충전을 동시에 하는 형태이다.

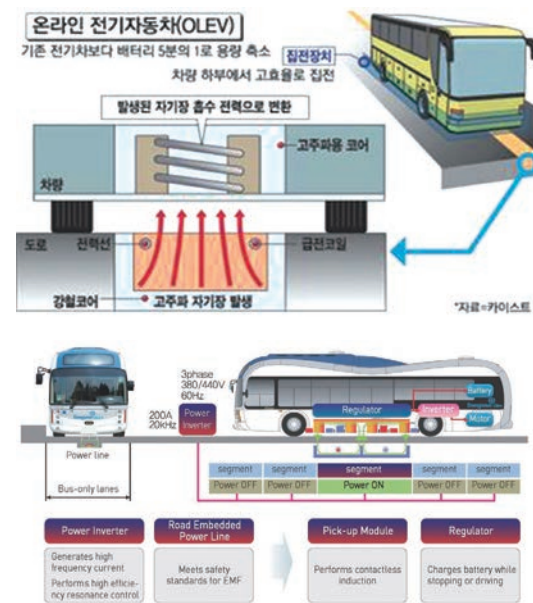
2.1 국내 무선충전도로 기술 현황

국내에서는 현재 단거리 무선충전도로 현황만 있으며, 국내 무선충전도로 기술은 KAIST에서 2007년에 개발을 완료하였다. 해당 기술은 버스 정류장과 버스 주차장으로 한정적인 적용이 가능한 기술이다. 최근 OLEV(On-Line Electric Vehicle) 버스가 대전에서 2021년 8월 23일부터 개통하였다. OLEV 버스는 2년간의 시범운행 기간을 거쳐 기술적 문제점과 시민 편의성 등을 검증하는 단계를 진행 중이다.

OLEV 버스는 1시간에 150kW 충전이 가능하며, 150kW로 150km를 주행할 수 있다. 무선충전 스테이션은 버스 정류장 및 버스 주차장에 설치되어 있으며, 버스가 정류장 진입 전후, 승객 승하차를 위한 정차 시 무선충전이 가능하다. 대전 OLEV 버스에서 사용하고 있는 무선충전도로 기술은 <그

림4>와 같이 기존 도로에 급전 케이블 매립한다. 매립된 급전 케이블은 고주파 자기장을 발생시키고, 버스 내 고주파 수신체는 수신 받은 고주파를 통해 전력을 발생 및 공급한다.

<그림 4> 대전 OLEV 버스 및 무선충전도로⁴⁾



2.2 국외 무선충전도로 기술 현황

2.2.1 미국 무선충전도로 기술 현황

미국 Qualcomm社は 퀄컴 헤일로(Qualcomm Halo)라는 전기차 전용 무선충전 시스템 개발을 진행하고 있다. Qualcomm社は 2015년 처음 자기공진방식의 무선충전 기술로 6.6kW의 전기자동차 무선충전 기술을 발표했다. 현재 주차 시 고정 무선충전방식, 신호대기 등 특정 구간에 정차 시 충전이 가능한 세미-다이내믹 충전방식, 지속적인 주행을 하면서 충전이 가능한 다이내믹 충전

방식 등 3가지 옵션으로 개발되고 있다.

그 중 DEVC(Dynamic Electric Vehicle Charging) 기술은 전력 송신체가 도로에 매립되는 형태로, 전력 수신체인 차량이 100 km/h 이상의 시속에서도 20kW급의 무선충전이 가능한 기술이다. 비슷한 속도의 차량 2대가 달리는 상황과 차량이 갑작스럽게 후진을 하는 상황에서도 무선충전을 제공한다. 미국 내에서는 Qualcomm社가 가장 많은 기술적 선도를 보이고 있으나, 무선충전도로 상용화는 전무한 상태이다.

<그림 5> Qualcomm Halo 테스트 현장 사진⁵⁾



2.2.2 이스라엘 무선충전도로 기술 현황

무선충전도로와 관련하여 가장 많은 기술과 사례를 갖고 있는 국가는 이스라엘이며, 이스라엘 ElectReon社가 시장을 이끌고 있다. <그림6>에서 볼 수 있듯이 실제 상용화에 성공했으며, 이스라엘

텔아비브대학 철도역에서 클라츠킨 터미널까지 약 2km 구간 공사를 시공 완료했다. 그중 실제 충전 가능 구간은 약 600m이다. 시범운행 2개월을 문제 없이 진행했으며 현재 정기적으로 운행하고 있다. 또한, 이탈리아에서도 밀라노와 브레시아 간 고속도로 1km 구간에서도 무선충전도로 실험을 진행하고 있으며, 스웨덴의 스톡홀름 알란다 공항과 물류 현장 사이 1.9km 구간의 경로에서 무선충전도로를 개통했다.

<그림 6> 무선충전도로 실제 시공 사례⁶⁾



4) 카이스트 무선 전력 전송 연구센터

5) Qualcomm社, <https://www.qualcomm.com/news/onq/2017/05/wireless-dynamic-ev-charging-evolution-qualcomm-halo>

6) ElectReon社, <https://electreon.com/projects/gotland>

ElectReon社は 도로 아래 구리 송전 코일을 설치하는 방식으로 시공했으며, 무선충전도로 1km 시공 공기는 총 하루의 시간이 소요된다고 발표했다. 충전량 또한 최대 60km/h 속도로 200m를 주행했을 때, 평균 70kw의 충전 속도 결과를 얻었다. 눈과 비가 오는 날씨 환경에서도 간섭이 없었으며 효율적으로 전기차 무선충전이 가능하다는 것을 확인했다. 또한, 동시에 화물차 5대가 주행하는 상황에서도 무리 없이 무선충전 기술을 이용한 전력 송수신이 가능함을 확인했다. ElectReon社は 지속적으로 시공 사례를 추진하는 계획을 발표했으며, 추후 2023년 미국 디트로이트에 1.6km의 전기차용 무선충전도로 시공을 계획하고 있으며, 독일 무선충전도로 설치를 위한 인허가 행정절차를 진행하고 있다.

3. 무선충전도로 유지관리 현황

무선충전도로 유지관리 연구는 시작단계로 아직까지 많은 연구가 진행되지 않았다. 무선충전도로는 신기술을 사용하는 기술이 아닌 기존 무선충전기술을 활용한 기술로, 무선충전도로에서 전기차 배터리 충전 효율성과 안전성을 검증하는 단계의 무선충전도로 사용 가능성 중심의 연구가 주를 이루고 있다. 또한 이러한 사용 가능성 증대를 위한 시공성 연구가 활발하게 진행되고 있다.

기본적으로 사회기반시설물은 20년 이상의 생애주기를 가지고 있어서 유지관리 측면에서 연구를 진행할 경우 LCA(Life Cycle Assessment)의 방법을 주로 사용하고 있다. 무선충전도로의 유지관리는 기존 도로와 비교했을 때 충전시설(급전인프라)

라)에 대한 유지보수를 위해 추가 금액이 발생한다. 주요 사회기반시설물 대상 중 하나인 무선충전도로 유지관리에 대한 연구를 진행할 때 기존 도로의 유지관리 분석과 비슷하게 LCA 방법이 주로 이용되고 있다. 이러한 이유로 유럽에 있는 연구자들을 중심으로 무선충전도로의 시공 및 유지관리 시 환경적 영향에 대한 LCA 연구가 진행 중이다. 무선충전도로의 시공 후 유지보수 기간 동안의 지속가능성(sustainability)에 대한 분석 연구에서는 지속가능성을 분석하는 카테고리 중 환경적 영향을 중점적으로 CO2 배출량의 변화에 미치는 정도를 정량적으로 분석하였다. 본 연구에 따르면 무선충전도로의 유지관리는 생애주기 동안 같은 길이의 기존 도로 시공 및 유지관리에 비해 약 180% 높은 CO2 배출량을 보였다. 충전방식에 따른 자기공진 및 자기공전 방식이 Copper, Steel과 같은 재료의 유지보수로 인해 CO2 발생량이 더욱 큰 것으로 나타났다.

이와 같이 LCA 환경적 측면에서의 무선충전도로 CO2 발생량이 기존도로 대비 높은 수치를 보이고 있다. 이는 당연한 결과로 기존 도로 대비 더 많은 시공 시 공정과 자재가 필요하기 때문이다. 그렇기 때문에 무선충전도로 상용화로 발생하는 전체적인 환경적 관점 측면의 연구가 필요하다.

4. 무선충전도로 상용화 도전과제

전기차 무선충전도로는 아직 해결해야 하는 도전과제들이 많다. 대표적으로 시공성과 효율성 측면이다. 무선충전기술 특성상 기존도로의 전력 송신체를 매립하기 위해서는 정밀한 시공계획이 필요

하며, 정밀한 시공은 무선충전도로 전기차 충전 효율과 직결되는 부분이다.

무선충전도로 기술에서 가장 큰 이슈는 효율성이다. 제한된 실험상황에서는 높은 전력 송수신 효율성을 확인 가능한 것과 다르게 실제 현장에서는 실험값 보다 낮은 효율성과 안정성을 보이기 때문이다. 이러한 문제점은 무선충전도로에서 시공성을 확보하기 위해서 가장 먼저 개선이 필요한 부분이다. 그러기 위해서는 초기 연구단계에서 실증연구에 중점을 둔 연구추진전략이 필요하다. 무선충전도로 시공은 도로 하부의 전력 송신체를 매립하여 시공하기 때문에 기존도로를 이용할 수 있다. 하지만 무선충전도로는 고전력 급전 인프라가 필수적으로 필요하기 때문에 수십km 이상의 무선충전도로를 상용화하기 위해서는 고전력 송신방법에 대한 문제점도 해결해야 한다.

또한, 무선충전도로 유지관리를 위한 도전과제는 초기 아스팔트 및 콘크리트 균열에 따른 전력 송신체(급전 케이블 및 코일) 손상이다. 전력 송신체 손상은 무선충전도로 품질과 직결되는 문제로 전력 송신체를 균열로부터 보호하는 연구가 필요하다. 그리고 무선충전도로 전력 송신체로 급전을 송신하기 위해서는 무선충전도로 주변 급전 인프라 설치가 필요하다. 급전 인프라의 경우 고전력을 사용하기 때문에 정기적인 유지관리 및 사고 상황 발생 시 대처를 위한 가이드라인 제시 연구가 필요하다.

무선충전도로 안전성과 유지관리를 위한 측면에서는 무선충전도로 위 금속물체 발생 시 관리방안이 필요하다. 금속물체는 전력 송수신을 위한 자기장

을 교란시켜 무선충전 안전성과 효율성 저하 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 자동차 차폐 기능 조건 및 금속물체를 제거하기 위한 유지관리 방안이 필요하다.

5. 맺음말

무선충전도로의 최종목표는 전기차 사용을 위한 충전단계 불필요다. 무선충전도로의 상용화는 전기차 운전자들에게 전기차를 충전해야 한다는 압박감에서 해방시켜 줄 것이다. 이러한 해방감은 전기차 수요를 더욱 증대시키고 소비자는 전기차를 구매하지 않을 이유가 없어진다.

하지만 무선충전도로는 많은 도전과제가 존재하며, 한 명의 연구자 또는 하나의 기업에서 해결할 수 있는 과제들이 아니다. 특히 무선충전도로를 사용하는 전기차의 전력 수신체를 표준화 및 규격화해야 하며, 무선충전도로 충전 전력 효율 극대화를 위한 상황과 조건별 시공계획을 수립해야 한다. 이러한 일련의 과정들은 정부 주도 하에 정책적으로 의논이 필요한 문제이다. 향후 도로산업 IT분야에서 새로운 사업의 한 부분으로 발전하길 기대하면 글을 마친다. 🇰🇷

정책과 기술 03

건설현장 BIM 사용성 확대를 위한 자체 S/W 개발 및 적용사례

김창수 | 쌍용건설(주) 토목기술팀 스마트건설PART 파트장

김희진 | 쌍용건설(주) 토목기술팀 스마트건설PART 차장

최선영 | 쌍용건설(주) 토목기술팀 스마트건설PART 대리

황준기 | 쌍용건설(주) 토목기술팀 스마트건설PART 사원

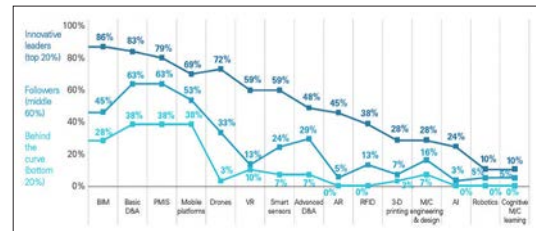
1. 머리말

정부 주도하에 BIM 적용이 의무화되어가면서 최근 발주되는 여러 입찰 프로젝트에 대한 수주를 위해 건설사들의 BIM 기술 도입율이 매년 증가하고 있다. 최근에는 기술형 입찰인 턴키 공사를 주축으로 기본설계 단계에서부터 BIM 기술이 활용되는 상황이다. 발주기관도 전면 BIM을 표방하며 시공 단계에서 BIM을 확대 적용하려는 노력을 하고 있다. 그에 따라 BIM 기술의 적용 범위가 설계 단계뿐 아니라 시공단계에서도 활용될 수 있도록 BIM의 다양한 활용방법에 대한 논의가 점차 구체화되고 있는 상황이다.

이런 상황에 맞춰 국내 중대형 건설사들은 BIM 전문인력 채용, 스마트건설 전담 운영 조직 구성 등 시장 변화에 맞춰 눈에 띄는 변화를 보이고 있다. 당사 또한 스마트건설 분야 전문 인력을 충원하였고, 건설장비자동화(MG/MC) 및 드론을 활

용한 토공관리 등 다양한 스마트 건설기술을 선별하여 건설현장에 시범 적용하고 있다. 이 과정에서 BIM 모델 구축이 형식적인 목적이 아니라 다양한 스마트건설기술들을 활용하기 위한 기반 기술로 활용되고 있음을 알 수 있었다.

〈그림 1〉 스마트 건설기술 적용사례 분석자료



2. 기술개발 추진배경

BIM 모델 구축이 필수적인 사항이 되고 있는 최근 경향에 따라 많은 건설사들이 입찰 단계에서부터 설계 BIM 모델을 직접 수행 또는 외주용역을

통해 작성 및 활용하고 있지만, 설계 단계에서 작성한 모델을 시공 단계에 적용하는 것은 많은 논의가 필요하다.

건설현장에서 BIM이 능동적으로 활용되기 위해서는 BIM을 활용하였을 때 실질적인 원가절감과 시공성 향상 등의 긍정적인 효과가 발생해야 한다. 이런 긍정적인 효과를 발생시키기 위해서는 현장 규모, 공사 환경, 시공방식 등 현장별 다양성을 고려하여 기술이 도입되는 것이 중요하다. 하지만, 현재 건설현장에 활용되는 BIM의 경우 앞서 말한 현장별 다양성과 현실적인 요건이 충분히 고려되지 않은 도입으로 인해 비용 및 활용 측면에서 인풋(Input) 대비 아웃풋(output)이 좋지 않다. 그래서 현장에서 BIM을 활용하였을 때 오히려 생산성이 낮아지는 결과가 나타나기도 한다.

〈그림 2〉 쌍용건설 BIM S/W 개발 추진배경



당사는 이런 상황 속에서도 건설현장의 BIM 도입은 피할 수 없는 흐름이라는 판단 하에 이를 극복하고자, BIM 적용 현장의 의견을 토대로 건설현장의 BIM 활용이 왜 어려운지에 대한 현실적인 이유를 다음과 같이 도출하였다.

첫째, 기존 상용화된 BIM S/W를 활용하기 위해서는 별도의 전문 교육 또는 전문 인력이 필요해서 접근이 어렵다.

둘째, BIM S/W를 구동하기 위한 고사양의 PC 및 지속적으로 소요되는 소프트웨어 라이선스 비용 등 금액적 부담이 있다.

셋째, 지반상황, 교통 우회계획, 건설장비 사용계획 등 현장의 다양한 정보를 반영한 디지털 시물레이션 구현이 어렵다.

넷째, 기존 상용화된 BIM S/W의 경우 PC 기반 온라인 환경에서만 원활하게 실행되므로 건설현장의 열악한 실외 환경에서의 활용이 어렵다.

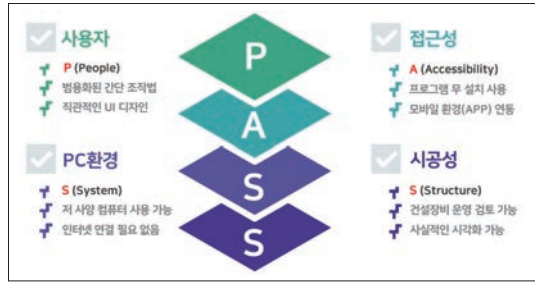
이처럼, 건설현장에서 BIM을 실질적으로 활용하는 것에는 직간접적인 많은 어려움이 있지만 설계 단계에서 구축된 높은 수준의 BIM 모델을 활용하지 못하는 것도 문제가 된다고 생각한다.

당사는 건설현장의 BIM 사용성 확대를 위하여 3차원 시각화라는 BIM의 가장 큰 장점을 살려 현장 업무 관련자들간의 원만한 협의를 위한 도구로서의 기능에 초점을 맞춘 BIM S/W 개발을 추진하였고, 해당 BIM S/W를 기반으로 점진적으로 시공 BIM 활용 수준을 높여감으로써 건설현장의 단계별 생산성 향상을 추구하고자 한다.

3. 건설현장 BIM 사용성 확대 전략

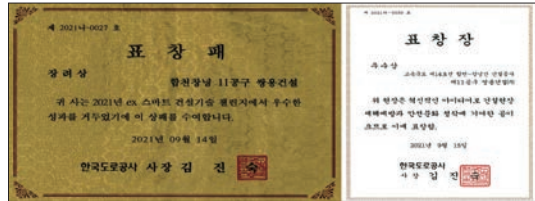
건설현장의 BIM 사용성을 확대하기 위해서 현장 BIM 적용에 관한 현실적이고 중점적인 네가지의 문제사항인 사용자(People), 접근성(Accessibility), PC환경(System), 시공성(Structure)을 개선하고자 'PASS'라는 BIM S/W 개발 방향을 설정하였다.

〈그림 3〉 건설현장 BIM 사용성 확대 전략 PASS



현재는 이렇게 설정된 BIM S/W 개발 방향에 따라 1차 개발이 완료되어 도로, 인프라, 택지개발, 교량, 터널 등 다양한 공종의 건설현장에 시범 적용하여 테스트를 완료하였으며, 도로현장의 발주처인 한국도로공사에서 주최한 ‘2021 EX-스마트 건설기술 챌린지’에서 우수한 성적을 거두는 등 대내외적으로 해당 기술에 대한 우수성을 입증하였다.

〈그림 4〉 도로공사 공모전 수상실적

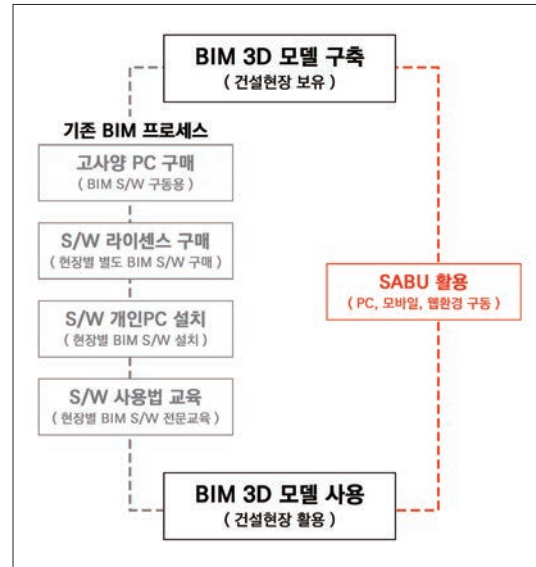


〈그림 5〉 당사 스마트건설EXPO 참가 포스터



4. SABU 프로세스

〈그림 6〉 BIM S/W 프로세스 비교



〈표 1〉 BIM S/W 사용성 비교분석

구분		N* S/W	S* S/W	SABU
개발사		A사	B사	쌍용건설
사용 환경	PC사양	높은사양	높은사양	낮은사양
	접근성	S/W 설치	S/W 설치	무설치
	사용자	교육필요	교육필요	즉시사용
검토 환경	장비검토	불가	불가	가능
	시각화	하급	하급	상급

〈그림6〉은 현재 건설현장에서 일반적으로 활용되는 BIM 프로세스와 당사에서 자체 개발한 SABU를 활용할 때의 프로세스를 비교한 자료이다. 건설현장에서 BIM을 실질적으로 활용하기 위해서는 상기 그림의 기존 BIM 프로세스처럼 많은 과정을 거쳐야하기 때문에 현장에서 BIM을 바로 적용해서 활용하는 것은 현실적으로 많은 어려움이 있다. 당사는 자체적으로 여러 현장에 BIM을

활용하기 어려운 이유에 대해 조사를 하였고 다음과 같이 의견을 취합하였다. 우선 공통적으로 ① BIM 활용이 가능한 인력 부재 ② BIM 구동을 위한 고사양 PC 및 BIM소프트웨어 라이선스 구매 등 비용적인 문제 ③ BIM 소프트웨어를 사용하기 위한 별도의 전문교육 필요 ④ 건설장비 운용검토 및 안전시뮬레이션 등 현장에 실질적으로 필요한 기능 부족 등 현장의 BIM 적용에 대한 현실적인 어려움을 도출할 수 있었다. 이와 같은 현실적인 어려움을 해결하고자 당사는 현장에 실질적으로 도움이 될 수 있는 BIM S/W 개발을 계획하였고 소기의 목적을 달성할 수 있었다. 이어서 자체 개발한 BIM S/W인 SABU의 기능 및 현장 적용 사례를 소개하고자 한다.

5. SABU 기능

SABU는 ① 누구나 쉽게 사용 가능한 직관적인 사용 환경 ② 저사양PC, 스마트폰, 태블릿 등 멀티플랫폼 호환 환경 ③ 별도의 라이선스 및 설치 없이 실행 가능한 웹(HTML5) 구동환경 ④ 건설장비 동적 시뮬레이션 기능을 활용한 시공성 및 안정성 검토 ⑤ 도면 및 문서자료 첨부 기능 등이 있다.

5.1 직관적 사용환경

SABU를 처음 접하는 사용자가 별도의 전문교육 없이 사용이 용이하도록 게임 조작법을 착안하였고, 대중화되고 직관적인 레이아웃 디자인(UI)을 적용하여 사용자의 편의를 고려하였다.〈그림7〉

〈그림 7〉 SABU 레이아웃 디자인(UI)



5.2 멀티플랫폼 호환환경

건설현장에서 보유한 BIM을 IFC/FBX 등의 공용 포맷으로 추출한 뒤 비주얼 프로그래밍 툴인 Unity를 사용하여 모델 업로드 및 경량화 프로세스를 수행한다. 이후 저사양PC, 태블릿, 스마트폰, AR/VR 등 다양한 환경에서 구동이 가능하도록 멀티플랫폼 빌드 작업을 진행한다.

〈그림 8〉 SABU 태블릿/노트북 구동화면



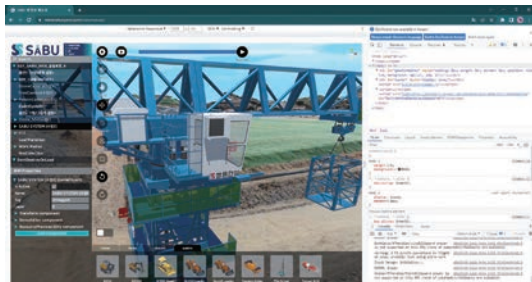
〈그림 9〉 SABU VR(Oculus Quest2) 구동화면



5.3 웹(HTML5) 구동환경

BIM의 경우 기본적으로 정보를 가진 형상모델이므로 모델을 사용하는데 많은 데이터 처리가 필요해 별도의 BIM 소프트웨어 사용이 강제되는 편이다. 하지만 SABU는 자체적으로 개발한 Unity 경량화 프로세스를 활용하여 형상 모델의 절점 및 메쉬수를 감소시키고 BIM 모델의 필요 없는 정보를 정리하는 작업을 통해 크롬, 파이어폭스, 엣지 등 웹(HTML5) 환경에서 공유된 도메인을 접속하는 행동만으로도 현장에서 필요한 BIM 기능을 활용할 수 있다.

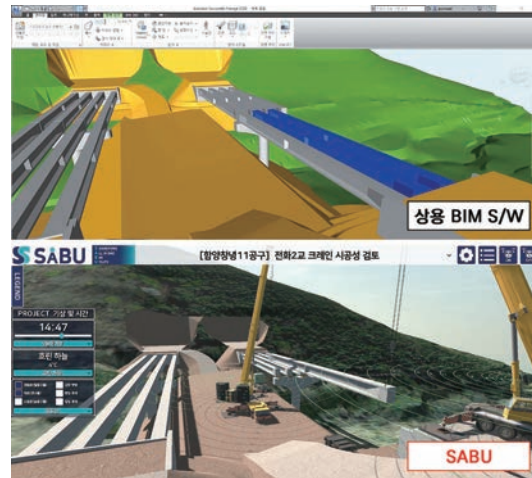
〈그림 10〉 SABU 웹페이지(HTML5) 구동화면



5.4 건설장비 동적 시뮬레이션

〈그림11〉과 같이 건설장비 가동 및 설치 등 동적 시뮬레이션 기능을 통해 시공성 검토가 필요한 현장에서 작업 착수 전 담당 실무진이 SABU를 활용하여 건설장비의 가동범위 및 인양 하중 검토 등을 수행할 수 있다. 또한, 드론 측량을 통해 수치표고 모델(DEM)을 생성하는 현장의 경우 해당 표고모델을 활용하여 실제 현장과 유사한 디지털 환경에서 건설장비 동적 시뮬레이션 검토를 할 수 있다.

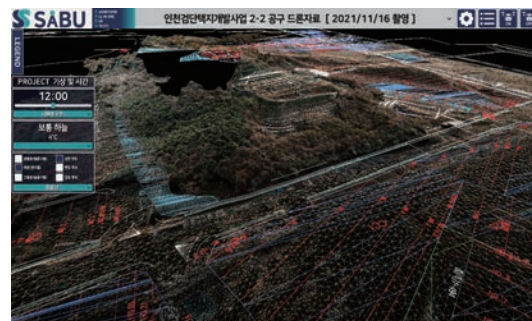
〈그림 11〉 BIM 시뮬레이션 비교



5.5 도면 및 문서자료 첨부

SABU는 BIM의 사용성 확대를 목표로 하여 대부분의 기능이 BIM 모델을 기반으로 구동되지만 현장에서 필요로 하는 다양한 기능도 추가하였다. 그 중 도면 등의 문서자료를 통합적으로 관리하는 기능은 현장 활용성이 높은 기술로 JPG, PDF 등의 표준 문서 포맷뿐만 아니라 CAD 포맷도 첨부가 가능하여 SABU를 각 현장별 특성에 맞게 커스터마이징하여 활용할 수 있다.

〈그림 12〉 SABU 도면자료 첨부



〈그림 13〉 SABU 문서자료 첨부



6. SABU 활용사례

정부의 중장기적인 국가 스마트건설 액션플랜에 따라 최근 발주되는 건설 프로젝트의 경우 BIM 도입과 관련된 수행계획서 제출을 입찰안내서에서부터 공고하고 있다. 또한 현재 공사가 진행 중인 건설현장도 발주기관의 요청에 따라 시공 BIM 적용을 해야 하는 경우도 종종 발생하고 있다. 하지만 앞서 설명했던 것처럼 건설현장에서 BIM을 활용하는 것에는 많은 현실적인 어려움이 있어 BIM을 실질적으로 활용하는 것이 아닌 외주 등을 통한 보여주기식 수행만 하고 있는 현실이다. 당사는 SABU를 활용해 이런 현실을 개선하고자 하며 현장 의견을 반영하여 지속적인 S/W 업데이트와 도로, 터널, 교량, 택지 등 공종별 테스트베드를 운영할 방침이다.

6.1 건설장비 운용성 검토

시공이 어려운 난공사 현장에서 SABU를 활용하여 크레인의 가동범위, 인양가능 중량, 부재의 충돌 검토 등 건설장비 사용에 대하여 작업 착수 전 발생 가능한 리스크 검토를 진행하였다.

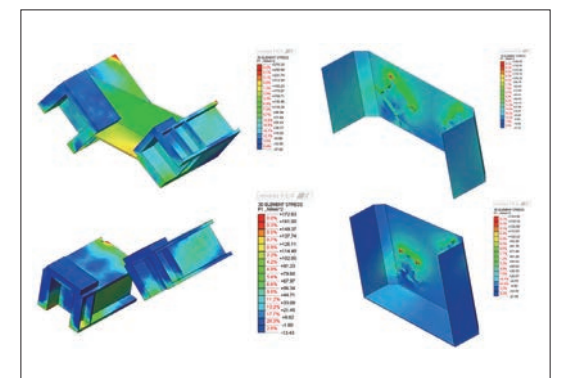
〈그림 14〉 SABU 건설장비 시뮬레이션



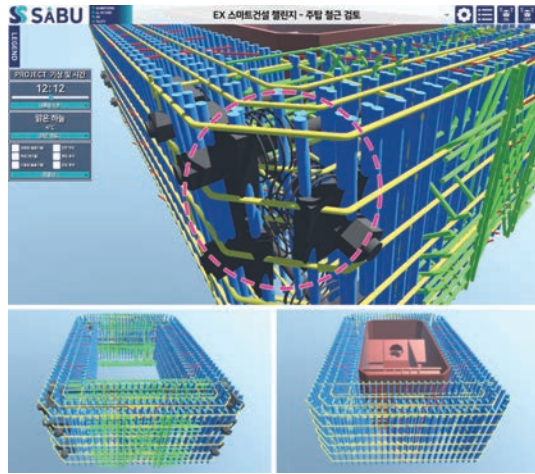
6.2 설계변경 검토

교량 주탑 정착부의 매입물(강봉)과 철근간 간섭 발생이 예상되어 케이블 정착구 강재틀을 적용하는 방법으로 설계변경을 진행하는 과정에서 BIM 모델을 SABU에 업로드하여 발주처와의 시각적인 협의자료로 활용함으로써 원활한 설계변경을 수행하였다.

〈그림 15〉 주탑 정착부 구조해석(Midas)



〈그림 16〉 SABU 시각적 검토 및 협의



6.3 근로자 안전교육

중대재해사고 발생이 많이 일어나는 공종인 타워크레인 텔레스코핑 설치와 해체 작업과 관련된 콘텐츠 제작을 수행하였다. 다양한 장치에서 사용 가능한 시각화 자료를 만들어 소통이 상대적으로 어려운 현장 외국인 근로자의 교육에 활용하였다. 이와 같은 위험 공종에 대한 시각화 안전 BIM 자료가 누적되면 추후 신입사원들과 신규 안전관리자들의 교육 등에 활발하게 사용 가능할 것으로 예상된다.

〈그림 17〉 타워크레인 텔레스코핑 사전 점검사항



〈그림 18〉 SABU 타워크레인 안전교육자료



6.4 드론 공사관리

현재 당사는 드론 측량과 관련된 업무를 본사에서 직접 수행하고 있다. 〈그림19〉는 택지 개발 사업현장에서 드론 측량을 수행해 얻은 사진측량 데이터를 이미지 정합 소프트웨어를 통해 DEM모델로 변환 후 해당 모델에 대한 계획 평면 설계도를 SABU에 업로드하여 시각적으로 검토하였고, 설계도면, 보고서, 드론측량 자료 등을 SABU에 패키징하여 공사관리를 진행한 사례이다.

〈그림 19〉 드론을 활용한 토공측량



〈그림 20〉 SABU 드론활용 공사관리



7. 맺음말

4차 산업혁명시대를 맞아 건설산업에도 디지털 기반의 스마트기술을 적용하여 생산성을 향상시키고자 하는 바람이 불고 있다. 정부 및 발주처가 스마트건설 도입을 적극적으로 추진하고 있고, 다양한 스마트건설 기술들도 개발 연구되면서 큰 변화를 목전에 두고 있다. 하지만 건설업은 발주처, 원도급, 하도급 등 산업구조가 복잡하게 나누어져 있고 시작과 끝이 존재하는 프로젝트 기반 산업으로, 일회성 구축이나 획일화된 스탠다드를 통한 연속적인 적용이 어려운 시간과 공간의 제약을 가지는 건설산업적 특성이 존재하기 때문에 이런 기술의 개발속도를 따라가기 쉽지만은 않다. 특히, 최근 발주되는 여러 프로젝트의 입찰안내서를 보면 스마트건설과 BIM 분야에 적용해야 하는 항목에 대해 설계단계부터 범위를 확대하면서 수준을 높여나가고 있지만, 현재 건설현장에서는 설계단계에서 완성된 BIM 모델을 검토하는 작업조차 힘든 것이 현실이다. 근

미래에 BIM을 활용한 설계 프로세스가 정립되고 모델 수준이 높아져도 시공성 향상을 높이기 위해 실질적으로 BIM을 활용해야 하는 주체인 ‘시공현장’에서 이를 적용 및 활용하지 못한다면 그 기술은 반쪽짜리 기술이 되고 말 것이다. 이에 당사는 시공 BIM 업무개선에 기여될 수 있는 SABU 개발 프로젝트를 진행하였고, 현장 적용을 통해 얻은 유의미한 성과를 토대로 건설 전 단계의 BIM정보가 시공 단계에서 활용될 수 있도록 SABU의 지속적인 유지관리 및 기능 추가에 대한 수행계획을 수립하였다. 또한, 스마트건설과 관련하여 당사와 긴밀한 기술협력관계를 유지하고 있는 현대두산인프라코어와 SABU 시스템의 고도화와 관련된 공동 연구개발협약을 체결하고 상호 간의 우수한 기술력을 접목하여 현재 SABU의 부족한 부분을 보완하려고 한다. 당사는 앞으로도 SABU의 사례처럼 현장에 실질적으로 도움이 될 수 있는 스마트 건설기술을 점진적으로 선별하고 시공사에서 효용성 있게 사용 가능하도록 가공하여 적용함으로써, 건설현장의 시공성과 생산성 향상에 도움이 되고자 한다. 🇰🇷

참고 문헌

- 01. KPMG, 2019, Future-ready index Leaders and followers in the engineering & construction industry
- 02. KIBIM, 2022, 황준기, 건설현장 BIM 사용성 확대를 위한 BIM S/W 자체 개발 및 적용사례
- 03. IEEE, 2020, Chun-Chang Lin, Integrate BIM and Virtual Reality to Assist Construction Visual Marketing

정책과 기술 04

붕괴된 보강토 옹벽의 복구 사례

이재훈 | ㈜동일기술공사 부사장

1. 서론

기존의 시설물이 파손 또는 붕괴된 경우 이를 복구하거나 원상회복하기 위한 대책을 강구하는 과정에서 흔히 부딪치는 문제는 작업공간의 제약과 장비 접근의 제한성이라고 할 수 있다. 또한 교대 및 옹벽 등 토류 구조물의 경우에는 토압이 주요 외력으로 작용하기 때문에 작업공간의 제약과 함께 토압을 최소화할 수 있는 공법을 선택할 수 있는 지혜가 필요하다. 아울러 복구가 진행되는 동안에도 기존 시설물에 피해를 주지 않고, 시설물의 운영이 가능한 정상적으로 유지될 수 있는 복구기법이 적용되어야 한다.

본고에서는 위의 목표를 달성하기 위해 적용된 설계 및 시공 사례로서, 폭우에 의해 붕괴된 보강토 옹벽을 복구하는 과정에서 검토되었던 내용과 적용된 공법에 대해 설명하고자 한다. 또한 본인은 세계도로협회(PIARC)의 기술분과 4.3 토공(Earthwork)의 기술위원으로서 Working Group 2에서 다루는 분야 중 Unusual Technique(흔히 사용되지 않는 기술) 관련 사례를 기술분과 4.3의 3차 회의(2021. 5. 3.)

에 제출한 내용*을 토대로 한국도로협회 회원과 사례 공유를 위하여 국영문을 혼용하여 재작성 하였음을 알린다.

* PIARC(세계도로협회)의 기술분과 4.3 토공사의 범위는 성토, 절토공사 및 토류구조물(옹벽, 교대, 터널 입출구 구조물 등)을 포함하며, Working Group 2에서 다루는 분야는 신공법, 개선된 기술 및 흔히 사용되지 않는 기술(Unusual Technique) 등이 포함된다.

2. 붕괴된 보강토 옹벽의 복구 사례

2.1 Project Name(공사명)

- Reinstatement of the failed segmental retaining wall (붕괴된 보강토 옹벽의 복구공사)

2.2 Brief summary of the problem and solution(문제점과 대책)

- 폭우로 인하여 <사진1>과 같이 블록식 보강토 옹벽(SRW)이 파괴되었고, 복구방법으로서 옹벽에 작용하는 토압을 감소시키기 위해 선반식 콘크리트 옹벽 공법을 채택하였다.

<사진 1> Failure of SRW



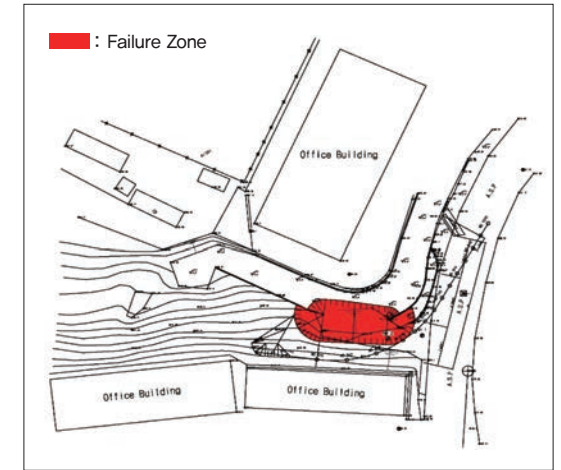
2.3 Background Information(요약정보)

- (1)공사명 : 보강토옹벽 붕괴에 대한 복구 공사
- (2)공사기간 : 2013. 9~11(붕괴발생: 2013. 7. 15, 경기도 용인시)
- (3)설계담당자(Project Engineer) : 오광원, Kwangwon Oh (토질및기초기술사, 센구조, SEN Engineering Group)
- (4)설계자문(Project Adviser) : 이재훈, Lee Jaehoon (토질및기초기술사, 동일기술공사, Dongil Engineering and Consultant Co., LTD.)

2.4 Detailed Description of Problem(세부 사항)

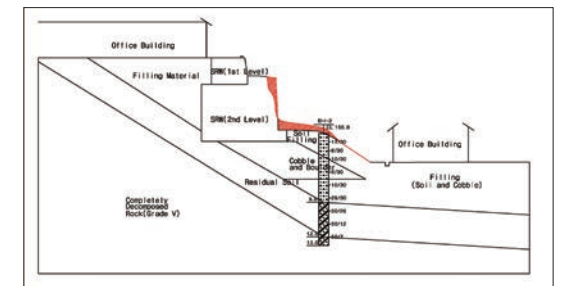
- (1)옹벽형식 : 보강토 옹벽(2단 옹벽), Mechanically stabilized earth wall, with geogrid and block type face(Segmental retaining wall 이하 "SRW"로 칭함)
- (2)높이 : 상부 보강토 옹벽 : 2.0m, 하부 보강토 옹벽 : 5.8m
하부 보강토 옹벽의 붕괴현황, 형상 및 지반 조건 등은 <그림1>과 <그림2> 참고

<그림 1> Site Plan



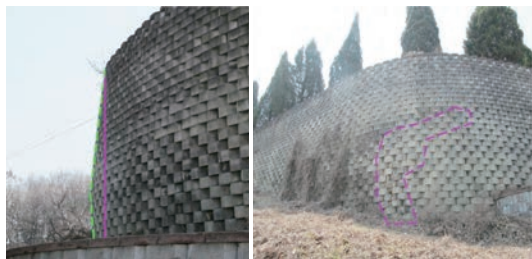
<그림 2> Typical Section

(Failure Mode, Geometry, Geological Formation)



- (3)지반조건 : 붕괴지역의 하부지반은 매립토사(자갈, 호박돌), 풍화토 및 풍화암으로 구성
- (4)보강토 옹벽 붕괴 당시 초기 위험징후 : 붕괴가 발생되기 수일 전부터 옹벽 벽체의 튀어나온 현상, 균열, 배면지반 침하 등 발생 <사진2 ~ 사진5> 참고

〈사진 2〉 Bulging of SRW 〈사진 3〉 Overview of Cracks of SRW



〈사진 4〉 Detail of the Cracks 〈사진 5〉 Settlement behind the SRW



(5) 보강토 옹벽 붕괴의 원인 분석

- (a) 배면토사 불량 : 실트, 점토질 세사 등이 보강토 옹벽의 뒷채움재로서 사용된 것으로 확인되었는데, 이러한 불량토사로 인해 토사와 보강재(geogrid) 간의 마찰력이 저하(저항력 감소)된 반면에 벽체에 작용하는 토압은 증가하여 옹벽의 내적·외적 안정성이 저하된 것으로 판단
- (b) 붕괴가 발생하기 전 7일 동안 약 250mm 이상의 강우가 지속되었고, 이로 인해 옹벽 배면지반으로 침투된 우수가 원활히 유출되지 못하여 옹벽의 배면 수압이 증가. 따라서 이를 처리할 배수능력이 충분하지 못하여 옹벽 붕괴 촉진된 것으로 판단

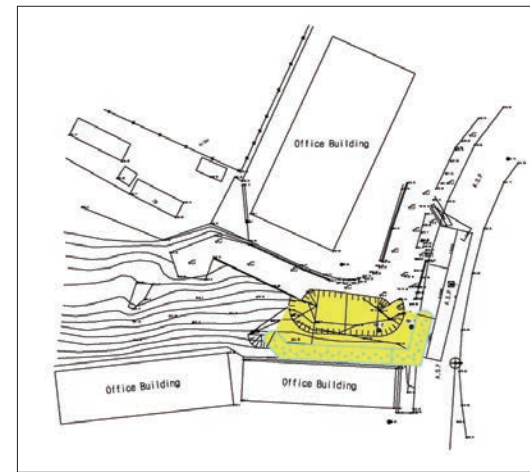
2.5 Project Delivery Method(공사수행 방법)

- 설계-입찰-시공(design-bid-build) 방법

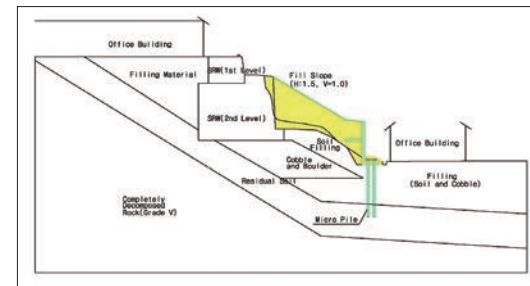
2.6 Solution (대책)

- (1) 붕괴된 보강토 옹벽의 상부 및 하부지반에 건축물이 인접하여 있어 복구방법 선정에 상당한 제약이 수반되는 바, 다음과 같은 필수조건을 충족시키는 공법들을 우선적으로 고려함 〈그림 1〉, 〈그림 2〉 참고
 - (a) 복구공법이 시행되는 기간 중 기존 건축물의 안정성이 확실하게 보장되어야 할 것
 - (b) 보강토 옹벽의 파괴범위(failure zone)는 현 상태를 유지하되, 복구공사에 의해 파괴범위가 더 확대되어서는 안 될 것
 - (c) 따라서 붕괴된 옹벽의 하부지반의 굴착을 최소화할 수 있는 공법이 적용되어야 할 것
 - (d) 공사장비의 진입가능성, 작업공간 확보여부, 지반조건 및 공사비 등을 고려하여 몇 가지 대안으로서 선반식옹벽+마이크로파일(1안), 일반 콘크리트옹벽+어스앵커+마이크로파일(2안), 자립식 Hpile+콘크리트 썬우기(3안)에 대해 검토함
- (2) Proposed Solution(선정된 공법)
 - (a) 검토결과, 위 세 가지 방안 중 그림 5와 같이 선반식 옹벽+마이크로 파일공법이 가장 적절한 것으로 판단되었고, 옹벽형식은 배면 지반굴착을 최소화할 수 있는 역L형을 선정하였음. 옹벽 상부는 〈그림 3〉, 〈그림 4〉와 같이 붕괴구간 전면부에 압성토 보강공법을 채택함
 - (b) 기초형식은 소규모 장비로 시공이 가능한 마이크로 파일 (직경 50mm)로 하고, 풍화 잔류토를 지지층으로 하는 공법을 적용함
 - (c) 시공 현황 및 완공 : 〈사진 6 ~ 사진 9〉 참고

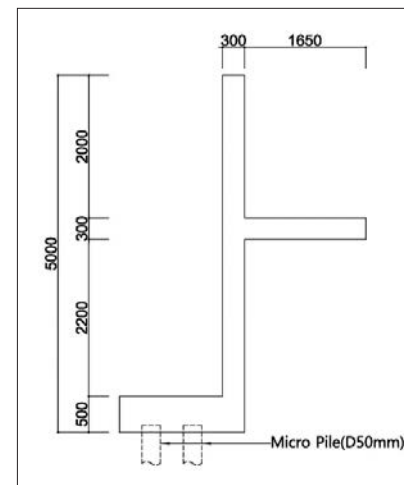
〈그림 3〉 Site Plan (Reinstatement Solution)



〈그림 4〉 Typical Section (Reinstatement Solution)



〈그림 5〉 Retaining Wall Detail



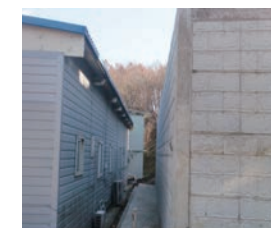
〈사진 6〉 Micro Pile Foundation



〈사진 7〉 Backfilling Before Installation Of Shelf



〈사진 8〉 Completion Of Retaining Wall (side view)



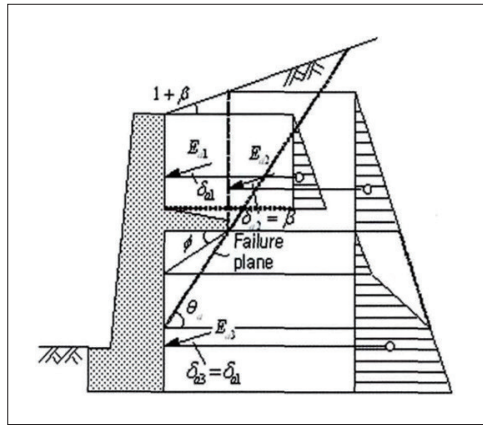
〈사진 9〉 Overview Of Retaining Wall (side view)



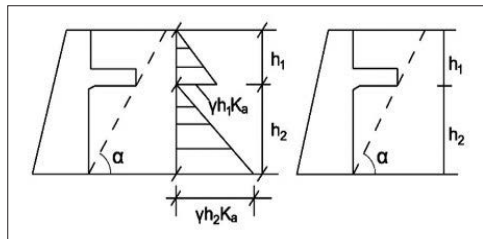
(3) 선반식 옹벽의 기본이론 및 장점

- 옹벽배면에 선반형태의 콘크리트판을 설치할 경우, 옹벽에 작용하는 토압이 줄어드는 정도에 따라 선반의 길이와 설치위치(벽체 상하방향)가 달라짐. 〈그림 6〉, 〈그림 7〉. 또한, 토압이 줄어들 경우 다음과 같은 이점이 있음
 - (a) 옹벽의 전반적인 안정성 증가
 - (b) 옹벽의 벽 두께의 감소와 기초파일 수를 줄일 수 있고, 또한 기초판의 폭을 줄일 수 있어서 배면 측의 굴착 범위를 축소시킬 수 있음
 - (c) 전반적으로 공사비가 절감됨

〈그림 6〉 Basic Theory (Bell, 1987)



〈그림 7〉 Earth pressure envelope by shelf length (Liu & Lin, 2008)



2.7 Lessons Learned(이 공법으로부터 얻은 지식 또는 교훈)

- (1) Did the solution solve the problem as expected? (yes)
적용된 공법을 적용하여 문제점을 해결하였는가? (그렇다)
- 복구 공사가 시행되는 동안에 기존건축물의 안정성에 우려할 만한 현상이 발생하지 않았음.
- (2) Is the solution still performing as expected? (yes)
복구공사 이후 옹벽과 성토체는 그 기능을 유지하고 있는가? (그렇다)

- 2013년 11월 공사가 완료된 이후 현재까지 옹벽, 성토체 및 기존 건축물은 외관상 또는 기능상 전혀 문제없는 것으로 확인됨.
- (3) Was the solution cost effective? (yes)
복구공사에 적용한 공법은 경제적인 공법인가? (그렇다)
- 적용공법은 다른 대안 공법들에 비해서 공사비가 약 20~30% 저렴한 것으로 파악됨.
- (4) Were there unanticipated construction issues? (no)
공사 중에 예상하지 못한 문제점들이 발생하였는가? (아니오)
- (5) What would the project team do differently based on the lessons learned? (yes)
이 공사를 통하여 향후 공사관리(또는 시설물관리)를 어떻게 개선(또는 주의)해야 하겠다는 교훈을 얻었는가?
- (a) 만일 앞에서 언급한 초기징후가 나타났을 당시에 더 신속하고 적극적인 예방조치를 취했다면 보강토 옹벽의 붕괴를 막을 수도 있었을 것임. (튀어나옴 및 균열 등 초기증상이 발견된 직후 강우에 대비하여 비닐막 등을 설치하였으나 대책방안을 검토하는 도중에 붕괴가 발생하였음)
- (b) 보강토 옹벽의 뒷채움재는 반드시 양질의 사질토이어야 한다는 점과 배면의 배수 관리의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다는 것을 재확인하였음.

3. 결론

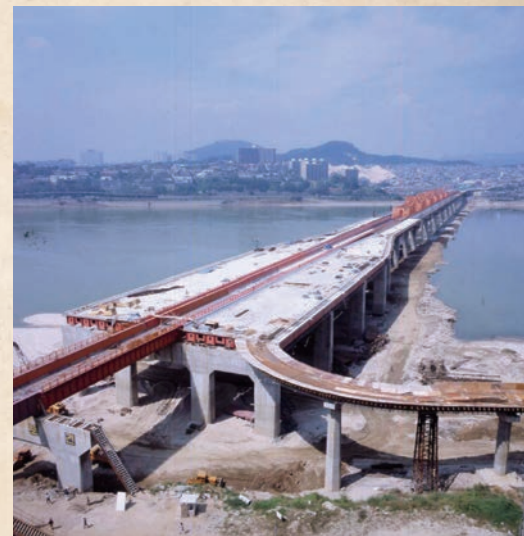
- (1) 보강토 옹벽의 붕괴원인은 옹벽의 배면토사로 사용된 실트, 점토질 세사와 보강재의 마찰력이 저하(저항력 감소)된 반면에 벽체에 작용하는 토압이 증가하여 옹벽의 내적·외적 안정성이 저하된 것임. 붕괴 발생 전 7일 동안 약 250mm 이상의 강우가 지속되었는데, 이로 인해 옹벽배면 지반으로 침투된 우수가 원활히 유출되지 못하여 옹벽배면 수압이 증가되었으며 이를 처리할 배수능력이 충분하지 못하여 옹벽의 붕괴를 촉발한 것으로 판단됨.
- (2) 보강토 옹벽은 경사지에 2단으로 설치되어 있었으며, 옹벽의 상·하부 지반에 건축물이 존재했음. 만일 복구공사 기간 중 붕괴영역이 확대될 경우에는 기존 건축물의 안정성에 악영향을 끼치게 될 수 있었음. 복구방법을 결정하는 과정에서 가능한 붕괴옹벽 하부지반의 굴착행위가 최소화될 수 있는 공법, 소규모 장비로써 작업이 가능한 공법(극히 제한된 공간에서 작업이 가능한 공법), 또한 배면 토압이 최소화될 수 있는 역지공법 등에 대해 집중 검토되었음.
- (3) 복구 방법으로서 선반식 옹벽 + 마이크로 파일공법, 자립식 H-Pile, 어스앵커 공법 + 콘크리트 옹벽 등에 대해 검토하였음. 최종적으로 선반식 옹벽 + 마이크로 파일공법을 선정하였고, 옹벽 형식은 배면지반 굴착을 최소화할 수 있는 역L형을 채택하였음. 특히 기존의 보강토 옹벽(붕괴되지 않은 부분) 및 경사지의 전체적인 안정성을 확보하기 위하여 기존 보강토 옹벽 전면부에 압성토 공법을 채택하였는데, 성토하중으로 인해 신설 옹벽에 작용하는 토압이

- 과다하게 되므로 이를 감소시키는 방법을 적극적으로 검토하였음.
- (4) 선반식 옹벽은 〈그림6〉과 〈그림7〉의 이론에 근거하여 옹벽의 벽체에 선반을 설치할 경우, 벽체에 작용하는 전체 토압을 감소시킬 수 있는 장점이 있으며, 선반의 길이와 설치 위치에 따라 줄어드는 토압의 크기가 달라짐.
- (5) 적용된 공법은 다른 대안 공법들에 비해서 공사비가 약 20 ~ 30% 저렴한 것으로 나타남.
- (6) 복구공사를 시행하는 도중에도 기존 건축물의 안정성을 완전하게 확보할 수 있었으며, 공사 완료 이후 9년이 지난 현재까지 건축물은 물론 기존의 보강토 옹벽 및 신설된 옹벽 모두 이상 징후 없이 잘 유지되고 있어 공법이 성공적으로 적용되었음을 입증함. 🇫🇷

그·날·의·도·로

1985년 2월 2일

그날, 동호대교가 개통되었다



동호대교는 서울특별시 성동구 옥수동과 강남구 압구정동을 연결하는 한강의 교량으로 성수대교와 한남대교 사이에 있다. 1980년 6월 착공 당시 명칭은 금호대교였으나 개통하기 전인 1984년 11월 다리 북단의 옥수동 한강변 지역의 옛 지명인 동호(도성의 동쪽에 있는 물가)를 따서 동호대교로 개명하였으며, 1985년 2월 2일 개통하게 되었다.

동호대교는 중앙에 설치된 철도교를 중심으로 좌우에 2차선 도로가 위치한 복합교량 방식으로 수도권 전철 3호선의 옥수역과 압구정역을 연결하며 동작대교와 비슷한 구조를 갖고 있다. 특히, 수도권 전철 3호선 옥수역부터 압구정역 방면으로 육교가 있는 쪽까지 이어지는 너비 11m의 철도교와 양측에 너비 10.5m의 편도 2차선 도로가 있다. 동호대교의 상류측 1.3km 지점에는 왕복 8차로의 성수대교, 3.3km 지점에는 6차로 영동대교가 가설되어 있고, 하류측으로 1.2km 지점에 12차로 한남대교가 있다. 이들 도로는 강북측으로 강변



북로, 강남측으로 올림픽대로와 상호 연결되어 있다. 그러나 이들 교량으로는 강남지역의 개발에 따른 이동교통량 부하를 감당하기 어려운 실정을 고려할 때, 경부고속도로, 영동 등지에서 발생하는 교통량이 도심으로 직통할 수 있도록 하는 동호대교의 역할은 대단히 중요하다. 직진만으로도 신당동, 장충동, 종로, 혜화동으로 바로 이어진다.

동호대교는 근처의 교량들에 비해 차로 수가 적어 주간선보다는 한남대교 등의 보조 역할을 수행해 주는 보조간선에 가깝다. 참고로 동호대교를 이용하면 강변북로에서 어느 방향이라도 동호대교를 타거나 강변북로 도로로 갈아탈 수는 없다.



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

태백선 라멘교 조동철교(鳥洞鐵橋)

이 아픔 알고 나면 누구도 연탄재 함부로 밟로 차지 못한다

이영천 | 작가

살아가면서 제일 잘하지 못하는 것 중 하나가 '배려(配慮)'다. 이는 측은지심(惻隱之心)과는 또 다른 의미로 철학에선 '타자에 대한 현존재의 이해적 관계 방식'으로, 사전적으론 '도와주거나 보살펴 주려고 마음을 쏟'으로 규정한다. 추상적인 개념이면서 동양사상의 4대 덕목인 인의예지(仁義禮智) 중엔 인(仁)에 해당한다. 사람 사이에도 배려라는 다리가 늘 놓여 있다면, 더 좋은 세상이 만들어지지 않을까?

다리는 등을 굽혀 그 위를 지나는 모든 것을 배려한다. 제 몸을 내리누르는 모든 압력과 하중을 견뎌낸다. 이를 가장 잘 표현하는 다리 형식이 있다면 이는 필시 '라멘교'일 것이다. 라멘교는 구조체 구분 없이 교각과 상판 등 상·하부 구조를 일체형으로 만드는 부정정구조물(statically indeterminate structure, 不靜定構造物)이다. 이는 수학적 계산 식만으로 모든 부재력과 반력을 구할 수 없는 구조물이란 뜻이다.

이렇듯 라멘교는 상·하부 구조를 일체형으로 만듦으로써 다리가 통째로 넘어지지 않는 한 낙교(落橋) 사고는 절대 일어나지 않는다. 이런 특징점으로 도로나 철로를 횡단하는 곳에 주로 설치한다. 그래서 라멘교를 다른 시설물을 돕고 배려하는 다리라 부르는 이유다.

특이한 라멘교

강원도 정선 신동읍에 특이한 모양의 다리가 있다. 마을이 들어선 계곡 사이를 잇는 태백선 철도를 지지하는 라멘교다. 다리는 예미역과 조동역 사이 지방도 421호선의 지선인 새골길을 횡단한다. 높은 건물을 짓듯, 두 겹 교각과 수평재의 입체배열이 상판을 지지하고 있는 모양새다. 속이 비어 있는 직육면체 기본단위 가로 3칸×세로 3칸 라멘교를, 단단한 지반 위에 연이어 세웠다. 총 6개 라멘교를 이어 붙여 상부에 레일을



태백선 라멘교로 만든 조동철교 위를 사북읍으로 향하는 형형색색의 무궁화호 관광열차가 지나가는 모습. 주변 풍경이 평화롭기만 하다. ©이영천

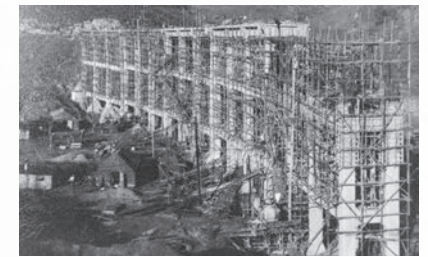
깔았다. 멀리서 보면 직육면체의 텅 빈 뼈대만 남은, 3층 높이의 벽체 없는 커다란 기둥이 연속해 서 있는 모습이 연상된다. 조동철교(鳥洞鐵橋)다. 새가 날아다니는 높이여서 그런지 마을 이름도 조동이다. 험준한 산악이다. 조동철교는 1966년에 만들어졌다. 함백역을 거치지 않고 예미역에서 조동역까지 높은 경사를 극복해 직선으로 연결하려는 조치다. 따라서 이 구간 철길은 수평을 기준으로 한 경사도가 30%(Per Mil)이다. 철도에서 사용하는 경사도 구배(勾配)는 19%를 넘지 않도록 설계하는 게 통상의 원칙이다. 열차 바퀴와 레일 마찰계수가 크지 않기 때문에 이 구배를 넘게 되면 자칫 열차가 미끄러질 수 있어, 이를 방지하려는 조치다. 기술적으로 30%는 부득이한 경우에 적용하는 열차 등반 한계 구배다. 이런 까닭으로 이곳을 운행하는 모든 열차는 속도를 최대한 줄이며, 기관사들이 특히 주의를 기울이는 구간이기도 하다. 태백선과 나란히 달리는 함백선의 함백역과 조동역 구간은 이런 급경사를 극복하기 위해 파리굴(Loop 식 철도)로 통과하고 있다. 우리나라의 대표적인 파리굴 중 하나다. 이런 점을 상기하면 30%이라는 구배에 대해 이해가 수월해진다.

석탄을 위한 철길

연탄에 대한 추억과 에피소드는 차고 넘칠 정도다. 시인 안도현의 「너에게 묻는다」는 단 3행 짧은 시에서 '연탄재 함부로 밟로 차지 마라'한다. '너는 / (언제) 누구에게 한 번이라도 뜨거운 사람이었느냐'며 묻는다. 혼신 힘을 다해 나를 태우고 하얗게 재가 되어 본 적이 있느냐고도, 시는 묻는다. 하얗게 보이는 연탄재가 어찌면 우리보다 훨씬 더 뜨거운 삶을 살아 냈다는 생각이다.

연탄을 흔히 구공탄이라 부른다. 통상 19개 구멍이 뚫린 '십구공탄'이라 부른 데에서 유래한 이름이다. 석탄을 가공해 만든다. 영월, 정선, 태백, 삼척은 우리나라 대표적 석탄 산지였다. 태백선은 제천에서 영월, 영월에서 함백, 함백에서 황지, 황지에서 고한까지 오랜 시간을 두고 순차적으로 만들어진 철도다. 석탄과 석회석을 실어 나를 목적으로 건설되었다. 석탄이 우리 에너지

원료로 쓰일 때는, 하루 수만 톤을 실어 날랐다. 남북이 분단되고 남한엔 에너지가 절대 부족한 실정이었다. 이에 눈 돌린 곳이 강원도 석탄이다. 화력발전소에서 전기를 생산하기 위해선 절대적으로 석탄이 필요했다. 이런 필요로 곳곳에 광산이 개발된다. 강원도는 물론이고 충청도 대천, 경상북도 문경, 전라남도 화순에서도 석탄이 생산되었다. 그중 강원도는 전국 생산량의 80% 이상을 감



직육면체 라멘교인 조동철교를 짓고 있는 모습이다. ©이영천 (의왕 철도박물관 촬영)



직육면체 텅 빈 뼈대만 남은, 3층 높이의 벽체 없는 커다란 집기둥이 연속해 서 있는 모습이 연상되는 조동철교 모습이다. ©이영천



경사도가 30%(Per Mil)의 조동철교 구간. 이 구간을 지날 때면 철도 기관사들은 늘 주의를 기울이곤 한다. ©이영천

당해냈다. 태백선은 이렇듯 국가 에너지 충족이라는 필요와 요구에 따라 만들어진 철도다. 조동역에서 자미원역, 민동산역을 지나면 사북역이 나오고 이어 고한역이 나온다. 우리나라 석탄 탄광을 대표하던 ‘동원탄좌’가 있던 곳이다. 동원탄좌개발이라는 기업이 소유한 탄광이었다.

검은 사슴

흔히 어떤 상황이나 사람을 비난할 때 ‘막장’이란 말을 사용하곤 한다. ‘인생 갈 곳까지 다 다른 사람이나 혹은 그런 행위’를 비유하는 말로, 본래 뜻은 ‘갱도 막다른 곳’이다. 하지만 이는 석탄을 캐내어 삶을 영위하려는 광부의 소중한 일터를 이르는 말이기도 하다. 막장의 작업환경은 무척 열악하다. 갱도 안은 높은 온도에 먼지투성이다. 가스가 누출되어 언제 중독될지 모른다. 갱도가 무너지지 않도록 설치한 지보공은 통나무로 만들어 위험하기 그지없다. 갱도가 무너지면 꼼짝없이 갇혀, 목숨을 잃게 될 위험에 늘 노출되어 있다. 먼지투성이 막장에서 도시락을 꺼내 먹는다. 먼지와 탄가루에 ‘진폐증’에 걸리기도 한다. 이런 최악의 조건과 환경에서 일한다. 장시간 가혹한 노동 조건은 개선될 기미가 보이지 않는다. 가족의 생계를 지켜낼 담보 없는 위험에 한 생과 온몸을 내맡긴 꼴이다.

광부 가족들 삶도 무척 열악하다. 사택(舍宅)이라는 곳도 열기설기 바람을 막아내는 수준에 불과하다. 다닥다닥 붙어 있는 작은 집들에선 비가 새는 일이 다반사다. 8평 넓이에 딸린 방 둘, 부엌 하나에 많은 가족이 기대어 산다. 화장실이나 세면장은 공동이다. 아침마다 화장실 앞에선 긴 줄을 서야만 했다. 상수도 공급도 형편없다. 씻지도 못하는 생활이 이어지기도 한다. 빨래를 맘껏 널 수도, 푸른 하늘을 쳐다보는 일도 쉽지 않다. 고지대 탄광은 물류 수송도 여의치 않아 물가마저 광장히 비싸다. 쥐꼬리 봉급은 받자마자 공판장이나 술집 외상값으로 사라져 버린다. 공판장 운영자도 사장 친인척이 차지하고 앉아있다. 총체적인 수탈구조였다.

소설가 한강의 장편소설 「검은 사슴」 공간 배경이 탄광이다. 깊은 갱도 안에 사는 검은 사슴은 항상 빛을 희구한다. 자기의 보물 같은 뽕과 이빨을 내어주고서



옛 동원탄좌 사무실에 들어선 석탄박물관 옆에 재현한 높은 갱도. 막장으로 가는 길은 험하고 무서운 일터였다. ©이영천



석탄박물관 입구에 그려져 있는 광부의 모습. 박물관에는 당시에 사용하던 물건 등을 전시하며, 열악한 작업환경을 보여준다. ©이영천

라도 빛을 보고 싶어 한다. 하지만 빛을 희구하면 할수록 점점 더 깊은 어둠 속으로 빨려 들어가는 삶이다. 검은 사슴은, 검은 탄을 밥으로 삼아야 하는 광부들 모습 그대로다. 탄광촌은 블랙홀 같은 곳이었다. 비인간화의 막장이었다.

회사의 횡포

동원탄좌는 사북읍과 고한읍에 걸쳐있는, 단일 탄좌로는 우리나라 최대 석탄 탄광이었다. 1980년 기준 동원탄좌에 딸린 부수된 소규모 탄좌를 합해 5천여 광부가 년 160만 톤, 우리나라 석탄생산량의 11%를 차지할 정도였다. 하지만 임금수준은 매우 열악했다. 1970년대 내내 저임금에 시달려 왔다. 1980년 당시 4인가구 최저임금이 월 24만 원이었다. 하지만 이곳 광부 월평균 임금은 15만 5천 원에 불과하다. 거기에 고용도 불안정하다. 관리자 눈에 들지 못한다면, 언제 건 일터를 잃을 수 있는 고용구조였다.

설상가상이다. 회사는 일명 국토개발대라는 전과자 집단과 지역 불량배들을 앞세워, 어용노조를 만들어낸다. 어용노조가 중심이 되어, 노조위원장을 대의원이 뽑는 간선제를 유지한다. 해마다 임금협상 때만 되면, 3~4개월 전부터 수당 등을 조정해 광부들 임금을 깎아내린다. 임금인상률을 눈속임하기 위해서다. 이런 방법으로 10% 이상 임금이 인상된다 해도, 실질 인상률은 4~5%에 불과했다.

어용노조는 광부 복지개선이나 임금인상, 작업환경개선보다는 회사 측 주장에 동조하기 바쁘다. 노조 대의원 선출 시기가 되면 막대한 돈이 뿌려진다. 선출된 대의원을 어용 노조위원장이 전국 관광지로 끌고 다닌다. 곳곳에서 엄청난 향응이 제공된다. 며칠 동안 이곳저곳을 끌고 다니며 금품과 향응을 제공하다가, 선거날이 되면 탄광 앞에 내려준다. 이런 행태에 광부들의 분노는 극에 달한다. 이제 더는 참거나 눈감고 앉아서, 빛을 희구하지 않았다. 막장에서 시름을 달래는 검은 사슴으로는 살아갈 수 없었다. 오직 싸움만이 있을 뿐이었다. 1980년은 18년 유신독재가 막을 내린 직후다. 그동안 억눌린 폭압에 튀어 오르는 용수철처럼, 전국적으로 민주주의에 대한 열망이 매우 드높았던 때였다.

1978년 일어난 ‘2차 석유파동’으로 에너지 자립이 필요한 시점이기도 했다. 정부는 석탄산업 보호라는 명분을 내세우며, 국민 연료로 자리 잡은 연탄 가격을 억누를 필요성만을 부각하기에 바빴다. 이는 광부들 임금인상 억제라는 극약처방으로 이어진다. 하지만 광부들 요구는 달랐다. 동원탄좌의 경우 40% 임금인상을 요구한다. 그마저 최저생계비에도 미치지 못하는 수준이다. 하지만 어용노조 직무대리였던 전 노조위원장 이재기란 자는, 회사 요구안이었던 20%를 독단적으로 수용하면서 임금협상을 타결 지으려 한다. 광부들이 반발한다.



작업장에 빠르게 진입하거나 채취한 석탄을 수월하게 운반하려 설치한 수직 갱도. 석탄박물관 옆에 남아 있다. ©이영천

사북 노동 항쟁

1980년 4월 16일 광부들은 어용노조 퇴진과 임금인상 40%, 노조 직선제 등을 주장하며 농성에 들어간다. 4월 18일 항의 집회에서 경찰은, 4월 21일에 예정된 집회 개최를 약속하며 해산을 요구한다. 하지만 정작 21일엔 집회를 원천 불허한다. 광부 수백 명이 탄좌 사무실 앞에서 항의 농성을 벌인다. 경찰은 애당초 약속을 어기고, 시위에 나선 광부들을 촬영하면서 시위 주동자를 색출하려는 증거채집에 나선다. 이에 흥분한 광부들이 항의하자, 경찰은 차를 타고 달아나려 한다. 몇몇 광부들이 바닥에 드러누워 도주하려는 경찰 차량을 가로막는다. 그중 한 명이 경찰차에 치인다. 경찰은 상해를 입히고 도주해 버린다.

이 소식을 전해들은 광부들이 이성을 잃는다. 여기에 광부 가족들이 가세한다. 시위대는 어느새 6천 명으로 불어나 있다. 인구 3만의 도시였다. 다섯 명 중 한 명은 시위대에 참가한 꼴이다. 그만큼 탄좌의 착취가 극심하다는 방증이다. 시위대가 사북읍 주요 관공서를 점령한다. 사북읍 경찰들은 줄행랑을 치고 말았다.

4월 21일부터 24일까지 사북읍은 해방구였다. 그러나 도심에선 어떤 불상사도 일어나지 않았다. 공동체 질서가 정연하다. 어용 노조위원장 이재기란 자는 어딘가로 도망치고 없다. 다만, 그의 부인이 광부 가족들 손에 이끌려 탄좌 사무실 근처 전봇대에 묶인다. 언론은 이 모습을 대서특필한다. 질서가 깨어진 무정부상태라 호도한다. 광부들을 폭도로 몰아세운다. 그때도 언론은 영혼이 없었고 지금도 그렇다. 진실 호도에 바빴고 사실을 제대로 알리지도 않았다. '왜 그런 일이 벌어졌나?'에 대한 근본적인 물음도 없었다. 이들은 언론이 아니었다.

4월 24일까지 진압 나온 강원도 도경 경찰과 극한 대치가 이뤄진다. 투석전이 벌어진다. 이 과정에서 돌에 맞은 경찰 1명이 사망한다. 경찰과 광부, 그 가족 등 160여 명이 상해를 입는다. 이재기와 노조위원장 자리를 놓고 경쟁했던, 광부 이원갑의 중재로 24일 시위는 진정된다. 11개 조합의 타협안이 제시되어 몇 차례 협상 끝에 타결되어 항쟁은 끝을 맺는다.



사북항쟁 당시 동원탄좌 사무실 마당에 몰려든 광부와 그 가족들. 긴박하던 사람들의 모습이 엿보인다. ©정선군청



사북항쟁 당시 동원탄좌 사무실 마당에 몰려든 광부와 그 가족들. 요구 조건이 담긴 깃발 등이 보이고, 탑에는 새마을운동 구호가 적혀있다. ©정선군청

하지만 권력 실제로 부상하던 집단은 신군부였다. 사태가 진정된 후 '합동수사단'을 꾸려 31명을 구속하고 50명을 불구속시킨다. 정선경찰서에선 무지막지한, 광부들에겐 치욕스러운 고문이 자행된다. 총칼로 무장한 신군부는 비인간화의 상징이었다. 이들 81명이 군사재판에 회부 된다. 그중 많은 사람이 소요죄와 폭행죄로 2~3년 실형을 살았다. 많은 아픔과 설움만을 남긴 채 사북 동원탄좌 노동 항쟁은 그렇게 막을 내린다.



항쟁 막바지 모습으로 추정되는 사진. 마이크를 든 경찰이 광부들을 상대로 뭔가를 설명하는 듯한 모습이다. ©정선군청

폐광의 그늘

사북읍과 고한읍은 석탄산업 몰락의 상징이다. 국가도 이곳에 진 빚을 의식했음인지, 이 지역을 배려한다 했다. 그 명목으로 사행산업과 레저 시설이 들어선다. '강원랜드와 하이원리조트'다. 사시사철 뜨내기 같은 부나방들이 강원랜드로 향한다. 이런 시설이 이곳에 어떤 활력을 주었는지 자못 궁금하다. 지역을 어떻게 다시 살려내고 생기를 불어넣었는지는 누구도 가늠하지 못한다. 오히려 순박한 지역 인심과 문화를 알량한 풍돈으로 망쳐버린 것은 아닌지? 허풍선이 마냥 잔뜩 바람만 불어넣고, 뒤에서 다른 족속들이 과실만을 챙기고 있는 것은 아닌지?

털털거리며 달리는 태백선 열차는 오늘도 무심하기만 하다. 높은 산들로 막힌 하늘은 좁기만 하다. 손바닥 하나로 가려지는 사북읍 하늘이다. 사행산업과 레저라는 새하얀 손바닥으로 사북읍 하늘을 가리려 했던 것은 아닌지? 이 하늘을 영원히 가릴 수 있다고 생각하고 있는 것은 아닌지? 조동철교는 라멘교다. 라멘교는 배려하는 다리다. '배려'라는 단어에 여전히 가슴 시려하고 아파하는 지역이다. 사북읍과 고한읍을 꿰뚫고 지나가는 지장천엔 오늘도 석탄 배어든 검은 물이 피눈물처럼 흐르고 있다. 🇫🇷

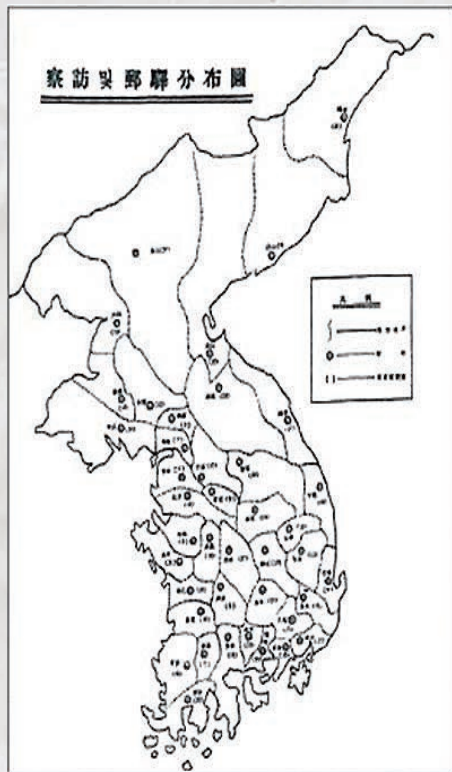
조선시대의 길(6)

길의 역사 15편

조선시대 우역제(郵驛制)

전화, 인터넷, 우체국과 같은 통신 수단이 없던 조선시대에는 어떻게 소식을 전했을까? 사람이 전하는 것 외에 다른 방법은 없었을까?

근대적인 우편제도가 실시되기 전의 통신 방식은 중앙 정부에서 지방관서에 이르는 도로 곳곳에 역을 세워놓고 말을 갈아타고 달리며 공문 등을 전하는 역전제(驛傳制)였다. 역전제는 일반 백성에게 생활 편의를 제공하기 위함이었지만 후에는 지배계층의 통치에 부응하기 위함이었다. 전달하는 내용물에도 차이가 있었다. 전자는 백성들의 소식을 전하는 순수한 편지였는데, 후자는 중앙 정부에서 지방관청으로 또는 지방관청에서 중앙정부로 보내는 공문이나 물품이었다. 특히, 조선시대에는 지배계층이 백성을 통치하기 위해 우역제를 수단으로 삼았다. 역에서 취급하는 업무는 순전히 관용의 공문 전달이었다. 조선시대의 역은 통신기관으로 존재했을 뿐 행정기관은 아니었다.



조선시대의 우역제

조선시대 우역제의 골격은 성종 때 완성된 법전 경국대전(經國大典)에 정리되어 있는데, 당시에 설치된 우역은 41개 역도(驛道)에 543개 역이었다. 조선시대의 기본 법전인 경국대전은 “걸어가 전하는 것을 우(郵)라 하고 말을 타고 가 전하는 것을 역(驛)이라 한다.”고 정의했다. 이처럼 우역제도는 말을 타거나 걸어가 공문서나 명령을 전달했다. 긴급을 요할 때는 말을 타고 달리며 통신 업무를 수행했으나, 긴급하지 않으면 걸어가 전하는 보전(步傳)이 일반적이었다.

조선시대 역제의 개편

조선시대의 역제는 대체로 고려시대를 이어받아 더욱 발전시켰다. 중앙집권적인 군현제도(郡縣制度)를 강력하게 추구하던 조선왕조로서는 역이 차지하는 중추신경적인 기능을 중요시하지 않을 수 없었고, 지방에 대한 중앙 통제를 용이하게 하는 역의 기능을 충분히 이용하기 위하여 여러 차례의 개편을 통하여 극히 실무적인 역로행정을 펴 나갔다. 조선초기 역대 왕들은 전국의 역을 서울중심으로 재정비하는 과정에서 관리체계의 개편, 역로의 보수 및 개정, 역원의 보충, 역전 경영의 활성화 등에 많은 관심을 보였다.

조선시대에 있어서 역로행정을 총괄하는 기구는 중앙의 병조였고, 그 밑에서 우역사무를 실제로 관장하던 곳은 승여사(乘輿司)였다. 이 승여사는 고려의 관제인 공역서(供譯署)를 태종 5년(1405)에 개편한 것이었다. 

조선시대의 우역조직

구 분	찰 방 도	역 승 도	역 수	비고(규모)
서 울	병조직할		2	대 2
경 기도	영 서 도 양 재 도 평 구 도	중 립 도 경 안 도 도 원 도	7 13 12 7 8 6	대 6, 소 1 중 6, 소 4 대 3, 중 3, 소 6 소 7 소 8 소 6
충 청 도	울 봉 도 연 원 도 성 환 도	이 인 도 금 정 도 시 흥 도	17 15 12 10 9 8	중 9, 소 8 중 7, 소 8 중 7, 소 5 중 9, 소 10 중 9, 소 9 중 9, 소 8
경 상 도	유 곡 도 김 천 기 도 장 수 도 성 현 도	송 라 도 창 락 도 사 근 도 여 촌 도 백 소 도 촌 소 도 황 산 도	19 13 11 15 17 8 10 15 15 16 12	중 5, 소 14 중 9, 소 13 중 9, 소 11 중 9, 소 15 중 9, 소 17 중 9, 소 8 중 9, 소 10 중 9, 소 15 중 9, 소 15 중 9, 소 16 중 9, 소 12
전 라 도	삼 레 도 수 도 청 암 도 경 양 도 벽 사 도 제 원 도		13 12 12 7 10 5	중 2, 소 11 소 12 소 12 소 7 소 10 소 5

참고자료

- 국사편찬위원회
- 한국민족문화대백과사전
- 한국학중앙연구원
- 도로백서, 건설교통부(2003)
- 인터넷우체국 홈페이지(www.epost.go.kr)

(다음 호에 계속) 조선시대의 길(7) - 길의 역사 16편

지속가능한 길 1편 - 도로와 미학성 -

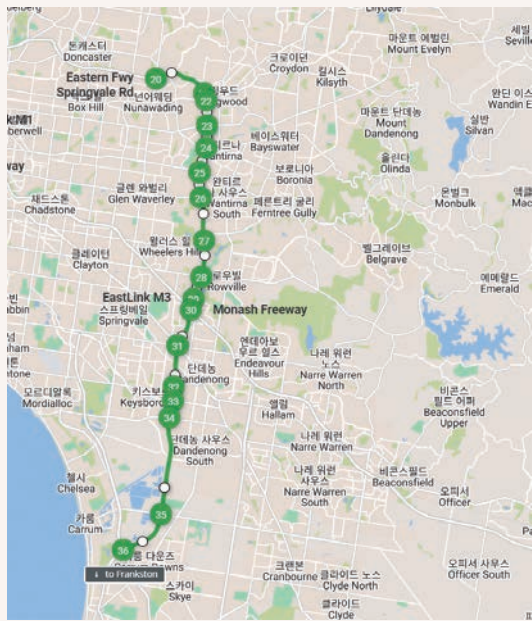
손원표 | 길 문화연구원장

들어가는 말

‘도로미학, highway aesthetic’은 다양함 속에서 안전을 추구하는 것으로, 단조로움은 훌륭한 미관과 안전 운행 모두의 적이며 시각적 즐거움을 무디게 하고 안전 운행에 필수적인 주의력을 떨어뜨린다. 따라서 우리가 추구하는 품격 있는 도로는 안전, 기능, 경제성뿐만 아니라 미학적으로 즐거움을 주는 3차원 구조로 고려되어야 한다. 본고에서는 호주, 일본 등 선진국의 도로 사례를 통해 도로에 도입된 미학을 살펴보고, 도로 공간에 아름다움을 어떻게 끌어들이었는지, 아름다움이 도로 이용자와 도로가 통과하는 지역의 주민에게 어떤 영향을 미치고 있는지를 알아보자.

이제는 융합의 시대이다. 도로와 자연과 인간이 조화롭게 공존하는 문제는 기술적, 기능적 관점에 충실하려는 형이하학적 사고에 집착하는 엔지니어의 영역에서 벗어나, 다양한 분야의 창의적이고 융합적인 사고를 가진 엔지니어 및 전문가의 지식과 사상, 철학 등으로 집약된 차원 높은 결과물로서 창출되어야 지속가능한 미래 자산으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

멜버른의 친환경 · 디자인 도로, 이스트링크(East Link)



멜버른 이스트링크 노선도

멜버른 동부지역에서 남동부 교외를 잇는 길이 39km의 고속도로 이스트링크는 2005년에 착공, 2008년 6월 개통되어 2043년 11월에 호주 정부에 운영권을 넘겨주는 조건으로 공용하고 있

며, 멜버른에서는 두 번째로 완전 전차요금 지불 방식으로 운영되고 있다.

총사업비 3조 8천억 원이 투입된 이스트링크는 호주 내 민간투자 유료도로 중 최저 통행료를 적용하는 것 외에 환경, 경관, 디자인, 조경분야를 특화한 친환경 시설과 경관시설이 주목을 받는 대표적인 고속도로이다. 본 프로젝트는 효율적 투자를 통한 최저 통행료뿐만 아니라 환경과 경관을 배려하여 고품질을 달성한 민자도로사업의 본보기가 되고 있다.

특히, 이스트링크는 습지대 조성, 오픈 스페이스, 공원 등을 통해 식생을 재생시킨 점 등을 높이 평가받고 있으며, 70개 상시 또는 계절형 습지대를 조성하여 도로에서 흘러나오는 우수를 여과시키는 시스템을 적용하여 친환경 관점에서 타 노선과 차별화하고 있다. 또한 멜버른 전체의 공원면적보다 큰 규모인 480만㎡ 습지대에 450만 그루의 나무와 토종식물을 식재하였고, 35km의 이스트링크 트레일을 도로에 연결해 도보와 자전거로 시내의 다른 목적지와 연결하였고, 오픈 스페이스 공원을 조성하여 멜버른의 Amenity로 활용하고 도로변과 이스트링크 트레일 주변에 크고 작은 규모의 조형물과 디자인 방음벽 등을 설치하여 도로의 품격을 높였다는 평가를 받고 있다.



디자인 방음벽과 교량

또한, 생태계를 최대한 보전하는 관점에서 환경보호에 관한 다양한 계획을 반영하였는데, 작업 안전과 환경을 분석하고 현장에 Site Environment Plan을 게시하여 근로자가 환경 관련 제한사항과 조건을 파악할 수 있도록 하였다. 아울러 퇴적물 연못에서 빗물을 처리하여 수로에 미치는 영향을 최소화하고 건설 활동에 재사용하였으며, 밀폐된 공간을 경계하는 오리너구리를 위한 전용 터널을 고려하여 가능한 한 자연 상태에 가깝게 조성하였고, 공용 중 소음, 진동이 지역 사회에 미치는 불편을 최소화 조절하기 위해 지속적으로 모니터링을 수행하는 등 친환경 및 경관 관점에서 지속가능한 도로를 추구하고 있다.

위대한 자연유산,

그레이트 오션 로드(Great Ocean Road)

그레이트 오션 로드는 빅토리아 주 남서부 해안을 끼고 토키(Torquay)~와남불(Warrnambool)을 잇는 243km의 해안도로이다. 파도에 의해 침식된 바위, 절벽, 굴곡 있는 해안선으로 이루어져 있으며, 제1차 세계대전을 마치고 돌아온 호주 참전용사들에게 일자리를 제공하기 위해 건설되어 호주 판 ‘뉴딜정책’의 산물로 평가되고 있다.



그레이트 오션 로드는 질롱 오토웨이(Geelong Otway), ship wreck 코스트 (Shipwreck Coast), 디스커버리 코스트(Discovery Coast)로 나뉘지며, 각 지역에는 서핑을 즐기기에 알맞은 해변과 자연의 아름다움을 보여주는 자연 그대로의 해안선과 절벽이 관광객들을 끌어들이고 있다.

ship wreck 코스트는 ‘난파선 해안’ 의미처럼 80척이 넘는 난파선이 해저에 수장되어 있다고 하며, 이곳은 가장 유명한 관광명소로서 널리 알려진 그리스도의 제자 12사도 바위, 런던 브리지 바위, 로크아드 고지(LorchArd Gorge) 등 파도와 바람, 세월이 만든 조각 작품이 긴 해안을 따라 이어져 있다. 특히, 런던 브리지는 원래 다리 모양으로 육지와 연결돼 있었으나 파도와 바람을 견디다 못해 1990년 1월, 다리 중간 부분이 무너져 내린 형태를 보이고 있다.

한편, 호주의 일반국도는 우리나라와 달리 획일적인 설계속도 개념을 적용하지 않고 자연훼손을 최소화하는 목적으로 주행속도 개념을 적용한 것이 특징이다. 동일 노선에서도 구간별 40km/h~100km/h, 동일지점에서도 상·하행 차등속도를 적용하여 지형을 과다하게 훼손하지 않고 자연과 조화를 이루는 도로선형을 조성하고 있다.



그레이트 오션 로드 12사도 바위와 입구 게이트, 런던 브리지 바위



그랜드 퍼시픽 드라이브(Grand Pacific Drive)

그랜드 퍼시픽 드라이브는 시드니 외곽의 로열 국립공원~울런공~키아마~나우라까지 사우스코스트 지역의 해안을 남북으로 잇는 총연장 140km 노선으로 2005년에 개통되었으며, Sea Cliff Bridge(연장 665m)는 지형과 조화, 환경훼손을 최소화한 경관과 디자인이 우수한 교량으로 이 구간의 대표적인 아이콘으로 자리 잡고 있다.

특히, 키아마의 프린세스 하이웨이에서 시작하여 북쪽으로 해안을 따라 시드니까지 달리는 드라이브 코스는 7분 정도가 지나면 곧바로 빼어난 경관을 볼 수 있으며, 키아마 해안의 등대와 밀려온 파도가 물러가다 뒤따라온 파도에 떠밀려 하늘로 솟아오르는 Blow Hole 등 명소를 감상하며 드라이브를 즐길 수 있다.

드라이브 코스는 해안과 근접한 노선임을 감안하여, 지형의 특징을 보존하기 위하여 주행속도 개념을 반영하고 구간별로 적절하게 변화하여 운영하는 것이 특징이다. 주행속도는 50km/h~80km/h로 운영하고 있으며, 선형이 불량한 구간은 주행속도를 20km/h~50km/h까지 5km/h 단위로 차이를 두어 운영하여 안전한 주행을 도모하고 있다. 해안도로의 특징인 가파른 암 구간이나 낭떠



그랜드 패시픽 드라이브

러지 구간도 낙석방지시설, 시선유도시설 등 시설물을 최소로 하여 편안한 분위기를 유지하고 있다. 깎기부와 쌓기부는 완만한 비탈면 경사를 조성하여 충분한 식재를 반영하고 가능한 기존의 수림을 보존하여 자연스러운 경관을 유지하였으며, 관광객을 위하여 정차형, 관광거점형 쉼터를 조성하여 구간의 관광정보와 공사정보, 조망정보, 기상정보 등 편의를 최대한 제공하고 있다. 대표적인 아이콘인 ‘씨 클리프 브리지’는 콘크리트 교량으로 바다 쪽으로 보도가 설치되어 보행자를 배려하고, 지역 간 소통을 위한 커뮤니티 연계 역할을 하고 있다. 원경역(遠景域)에서 조망을 제공하기 위하여 선형과 지형을 고려한 View Point가 적절하게 구성되어 있어 주행 시 경관과 더불어 해안도로 전체를 조망할 수 있기 때문에 내부경관, 외부경관을 조화롭게 감상할 기회



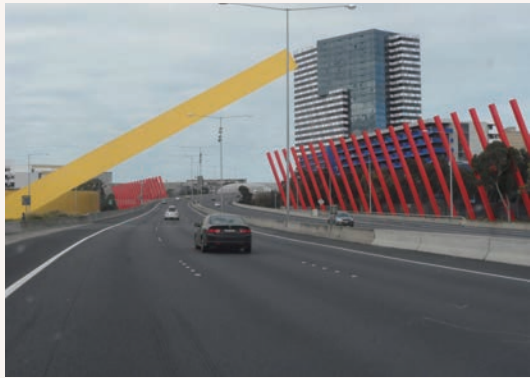
뷰 포인트와 씨 클리프 브리지

를 제공하여 관광명소, 힐링 코스로 자리 잡은 드라이브 코스이다.

시드니에서 캔버라,

멜버른을 연결하는 간선도로와 고속도로

멜버른 주변 도로는 도시 특성상 방음시설을 설치한 사례가 많다. 지그재그 형태, 녹지 도입, 칼라 투명방음벽 등 다양한 디자인을 반영하고 있으며, 경사진 형태로 시각적 변화를 이룬 것이 특징이다. 깎기부와 쌓기부는 완만한 비탈면 경사를 조성하여 충분한 식재를 반영하였으며, 가능한 기존의 수림을 보존하여 자연스러운 경관을 유지하고 있다. 특히, 고사목은 그대로 존치하여 자연의 일부로 조화로우름을 나타내고 있어 호주사람들에게 ‘자연의 한 부분으로 존재하는 도로’의 개념과 사상을 엿볼 수 있다.



멜버른 서부순환도로와 M31 고속도로(시드니~캔버라)

시드니 하버 브리지(Harbor Bridge)

시드니 하버브리지 Harbor Bridge는 중로(中路) 트러스 싱글아치 교량 중 세계에서 4번째로 긴 교량으로 오페라하우스와 함께 시드니를 대표하는 랜드마크이다. 1,149m의 하버브리지는 1923년 착공하여 1932년에 개통하였으며, 대공황기간에 진행된 대규모 토목공사로 해마다 1,500명 이상의 고용이 이루어졌고 노동자 계층을 대공황으로부터 구제하였다는 측면에서 큰 의미를 지니는 교량이다.

또한, 시드니 하버 브리지는 경관시설물을 생활 속에 끌어들이는 취지에서 'For the Climb of Your Life!'라는 슬로건으로 상징적인 교량시



시드니 하버 브리지 클라임



설물을 적극 활용한 발상의 전환을 통해 위험요소를 이색적인 체험으로 승화시켰으며, Harbor Bridge Climb은 12~14명의 소규모 인원이 134m의 하버 브리지 정상까지 올라가는 체험 투어도 진행하여 시드니의 대표적 관광프로그램으로 자리 잡고 있다.

일본의 풍경가도

우리나라는 2007년 12월, '경관도로조성 기본계획'이 수립된 이후 2013년 1월 '도로설계편람 경관편'이 제정되었으며, 현재 경관쉼터 조성 시범사업을 지속적으로 수행하고 있다. 특히, 설계에서도 도로경관 관점을 접목시키려는 노력을 시도



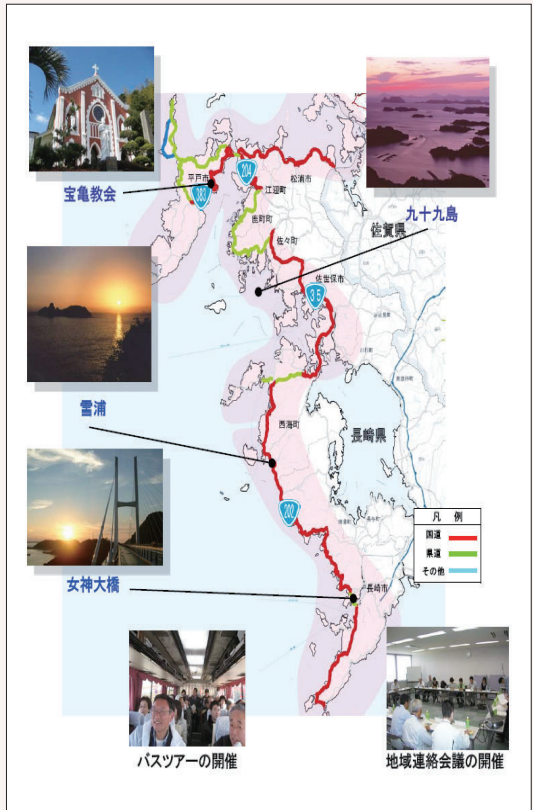
일본풍경가도사업

하고 있지만, 도로공학에 환경, 경관, 디자인, 역사, 문화 등 인문학을 융합하는 과정은 현실적으로 '양'에서 '질' 중심으로 변화하는 트렌드에 부응해야 하는 과되기 속에서 몸살을 앓고 있다. 일본에서는 아름다운 도로를 조성하고 유지관리하려는 노력의 일환으로 2007년부터 '풍경가도사업'을 도로관리기관뿐만 아니라 지역주민, 자치회, NPO(NGO), 지역기업, 지자체, 마을공동체, 대학관계자, 경찰 등이 함께 참여하는 파트너십을 구성하여 진행 중이다. 특히, '풍경가도협의체'를 통해 지속적으로 활동하고 있기 때문에 일본 풍경가도 10년 역사를 찾아보는 것은 앞으로 우리나라에서 경관도로 사업이 나아가야 할 방향을 설정하는 사례 연구가 될 것이다. 일본 풍경가도사업은 지역주민, 지역 민간단체가 도로관리기관과 함께 참여하여 주변의 자연경관과 어우러지는 수준 높은 도로경관을 형성하여 세계적 브랜드의 풍경가도를 창조한다. 특히, 지

역의 풍경과 자연, 문화 등 자원을 활용하여 '길'과 '마을'을 아름답게 하고 방문자를 통해 지역 활성화를 목표로 하며, 2021년 11월 기준, 북해도에서 오키나와에 이르는 10개 지방협의회에 총 144개 루트가 등록되어 있다.

큐슈풍경가도, 나가사키 선셋로드(sunset road)

일본풍경가도는 2021년 11월 기준으로 큐슈지역에 14개 루트가 등록되어 있는데, 필자는 2018년 5개 루트를 답사하고 국토교통성 큐슈지방정비국을 방문하여 풍경가도 기술교류회를 가졌다. 나가사키 선셋로드(sunset road)는 큐슈의 서쪽 해안을 달리며 낙조를 즐길 수 있는 노선으로 마쓰우라시에서 히라도대교를 거쳐 국도204호,



일본풍경가도사업



히라도대교

202호, 499호선을 따라 사세보, 나가사키를 거쳐 중점인 노보자키곶에 이르는 연장 280km의 도로다. 이 루트는 16~17세기 포르투갈에 의해 천주교가 전파된 지역으로 천주교성당이 주변에 자리 잡고 있으며, 루트를 달리며 즐길 수 있는 송림과 낙조가 노선의 대표적인 풍경이다. 백만 그루의 소나무가 해안으로 자라고 있는 송향기 가득한 가라츠(唐津) 무지개 송림을 지나 히라도시마로 넘어가는 지점에서 가설된 히라도대교는 남해대교의 원형이 된 현수교 형식 교량으로 주변의 삼림과 바다와 어우러지는 조화롭고 편안한 모습을 갖추고 있다. 에도시대, 네덜란드 상관이 자리 잡았던 히라도시마 전망대에서 감상하는 전망은 숙박시설, 상업시설이 무질서하게 들어서서 아름다운 경관을 훼손하고 교량 주변을 위락시설로 채워버린 남해대교 주변 모습과 대비되었다.

벳부만 쿠니사키반도, 우미베 해안도로와 야마나미 하이웨이

오이타현 벳부만에서 시작하여 쿠니사키반도를 돌아가는 풍경가도는 해안경관을 즐기며 달릴 수 있는 노선이다. 특히, 해안에 자리 잡은 두 곳의

미찌노에끼(도로역)는 ‘지역의 핵’으로서 지역농산물 로컬푸드 매장으로 활용도가 높으며, 해안의 탐방로를 이용하는 관광객의 거점장소로 이용되어 활기를 띠고 있는 노선으로 연장 159km의 해안도로 곳곳에 머물 수 있는 장소와 오토 캠핑장 등이 있어 자연과 함께 하는 힐링 로드로 자리 잡고 있다.

온천의 고장 오이타현 벳부에서 시작하는 ‘야마나미 하이웨이’는 험준한 산악을 숲속과 산허리로 달리며 짜릿한 드라이빙을 만끽할 수 있는 루트로 ‘일본 100명도(名道)’에 선정될 정도로 아름답고 변화가 풍부한 장대한 절경이 일품인 풍경가도로 명성이 높다. 야마나미 하이웨이는 큐슈 풍경가도 답사에서 압권을 이룰만한 인상을 주어 아직도 잔상이 지워지지 않을 정도이며, 우리나라에도 이러한 지역을 대표할 수 있는 아름다운 경관도로가 발굴되고 관리되었으면 하는 바람이다.



장대한 풍광을 자랑하는 야마나미 하이웨이

큐슈풍경가도 답사를 마무리하며

한국도로학회 도로문화위원회 위원들은 2018년 6월 6일부터 9일까지 큐슈풍경가도 5개 구간과 미찌노에끼 9개소를 답사하고 국토교통성 큐슈지방정비국을 방문하여 일본풍경가도 관계자, 큐슈풍



큐슈지방정비국에서 일본풍경가도 관계자와 답사단

경가도협의회 전문가와 기술교류회를 가졌다. 우리나라에서 2010년 이후에 시범적으로 추진하고 있는 경관도로와 경관쉼터 시범사업을 확대할 경우, 2007년부터 시작한 일본풍경가도 사업과 어떻게 대비시켜야 할지, 그리고 정부기관과 자치단체 등 행정기관 주도의 도로사업이 바야흐로 접목되기 시작한 주민참여 거버넌스(governance)와 어떻게 조화를 이루고 위상을 설정해야 할 것인지를 구체적으로 토론하고 공유하는 뜻깊은 자리였다.

이미 일본에서는 여타 선진국에서와 같이 주민참여 거버넌스 3대 구성원인 ‘행정+주민+전문가·시민단체’ 3각 축에서 행정은 협의체 조직과 연계하여 행정적으로 지원하는 역할을 충실히 하고 있으며, 다양한 협의체 구성원들이 상호 소통하여 문제를 해결하고 있었다. 이러한 과정에서 자원봉사자의 역할이 증대되어 활동의 중심으로 자리 잡고 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 우리나라도 국민소득 3만 불 시대에 주민참여 거버넌스에 의한 협의체와 주민참여 활동이 활성화되

어야 지속가능한 사회, 보다 나은 대한민국으로 갈 수 있다는 것을 공통된 인식으로 확인할 수 있었다. 🇫🇷



손원표
길 문화연구원장, 공학박사, 기술사
(wpshon54@naver.com)



한국국토정보공사

LX 디지털 SOC센터에서 가상도로 플랫폼 세운다

LX(한국국토정보공사), 디지털SOC센터 개소

도로는 개개인의 모든 활동 반경에 영향을 미치며 매 순간 새로운 도로교통 공간정보가 생성된다. 앞으로는 사람과 자동차뿐만 아니라 각종 도로시설물과 사물이 수많은 정보를 주고받게 될 자율주행차시대에는 도로교통 정보가 한층 중요해질 것이다. LX가 도로대장 운영 업무를 시작으로 자율주행지원 공간정보에서 나아가 '디지털 가상도로 플랫폼'에 집중하고 있는 이유이기도 하다.

최근 들어 노후 도로시설 관리를 위한 도로 유지관리비용이 증가하고 있으며, 도로 자산의 유지관리를 위한 데이터 수집과 관리 계획이 필요하게 되었다. 이외에도 자율주행차와 친환경차 보급에 따른 도로 이용환경 변화, 폭염과 미세먼지 등 기후변화로 인한 재난 재해 증가, C-ITS 도로 인프라 관리 요구 등

의 이유로 종합적이고 체계적인 도로관리 정책이 요구되고 있다. 이러한 체계 구축의 핵심은 ICBMS(IoT, Cloud, Big Data, Mobile, Security)와 AI 등 4차 산업혁명 시대의 첨단 기술로, LX가 운영관리 중인 도로대장과 연계해 향후 디지털 가상도로 플랫폼으로 발전할 전망이다.

이에 따라 LX가 기하구조부터 가로등 같은 도로 구조물 정보들을 한 번에 파악할 수 있는 '디지털 SOC센터'를 오픈하고 공공·민간 전 방위에 이르는 협력을 추진하고 있다. 또 자율주행 고정밀 지도와 연계해 자율차부터 교통·물류에 이르는 생태계를 활성화한다는 게 LX의 목표다. LX가 선제적으로 디지털SOC센터를 구축한 이유는 디지털 가상도로 플랫폼을 위한 정부, 민간 간 협력을 제안하기 위해 선제적인 환경을 조성한 것이다.

도로 전 구간 공간정보 필요

LX가 우선 도로 전 구간에 걸친 공간정보체계 구축에 나선다. LX는 지난 2017년 정부 사업을 통해 도로대장 정보시스템 표준 데이터 설계를 시작으로 2019년 국토 전구간 공간정보체계를 구축한 바 있다. 공간정보체계는 기하구조와 시설물 49종에 관한 것으로 국토부가 관리하는 국도에 한해 이뤄졌었다.

하지만 여전히 지자체가 관리하는 지방도 등에 대한 정보는 여전히 뿔뿔이 흩어져 있다. 특히, 도로 폭·길이 등 구조 정보와 그 위에 설치된 가로등·표지판 등 구조물 정보는 인쇄본부터 pdf, xls 등 다양한 포맷으로 유통되고 있다. 여전히 도로 위 가로등 하나만 세려고 해도 수백 페이지에 달하는 문서를 일일이 확인해야 한다. 또한 한국이 보행자 사망비율이 OECD 평균보다 약 2배 높는데, 보행자 교통사고와 상관관계가 높은 지방도나 시·군도 도로교통 안전 시설물 정보에 대한 데이터 기반의 관리체계부재가 존재한다.

대다수의 해외국가·국제기구는 도로를 기본 공간정보로 관리하고 있으며, 특히 영국 정부는 도로정보를 수집·통합하고 표준화를 시켜



공유하며 도로정보의 통합 관리를 위한 공공의 역할을 강조하고 있다.

가상도로 플랫폼 생태계 구축

LX는 국도에 이어 모든 도로 정보를 하나로 수집하고 실시간으로 변경 내용을 반영할 수 있는 플랫폼 구축을 추진한다. 최근 들어 도로는 간선도로와 지방도로 간의 관리 능력 차이, 모빌리티 플랫폼으로서의 역할, 노후화에 선제적 대처 등을 해결하기 위해 모든 도로정보를 디지털화하고 공동 활용하는 디지털 플랫폼이 요구되어 왔다. 특히 네이버랩스·카카오 등이 많은 시간과 비용을 투입해 도로·시설물 등의 변화정보를 구축했으나 한계가 존재했는데, 이러한 변화무쌍한 도로 정보가 실시간으로 수집



되고 공유되는 생태계가 필요했다.

이를 위해 각 도로를 만들고 관리하는 주체인 지자체는 물론 각각 영역에서 정보를 수집해 활용하고 있는 민간과 협력이 필수다. LX는 성남시의회, 카카오모빌리티, 네이버랩스 등과 협력을 논의 중이다. 각각이 생성하는 정보를 표준화하고 오픈 API로 서비스를 추진한다. 이를 통해 도로 변경 내용이나 새로 생성되는 내용을 실시간으로 반영하고 효율적 도로 관리를 지원할 뿐만 아니라 산업계가 자율주행 상용화를 위한 기술 개발 등에 매진할 수 있을 것으로 보고 있다.

자율주행을 위한 공간정보 플랫폼

LX공간정보연구원은 자율주행 분야의 공간정

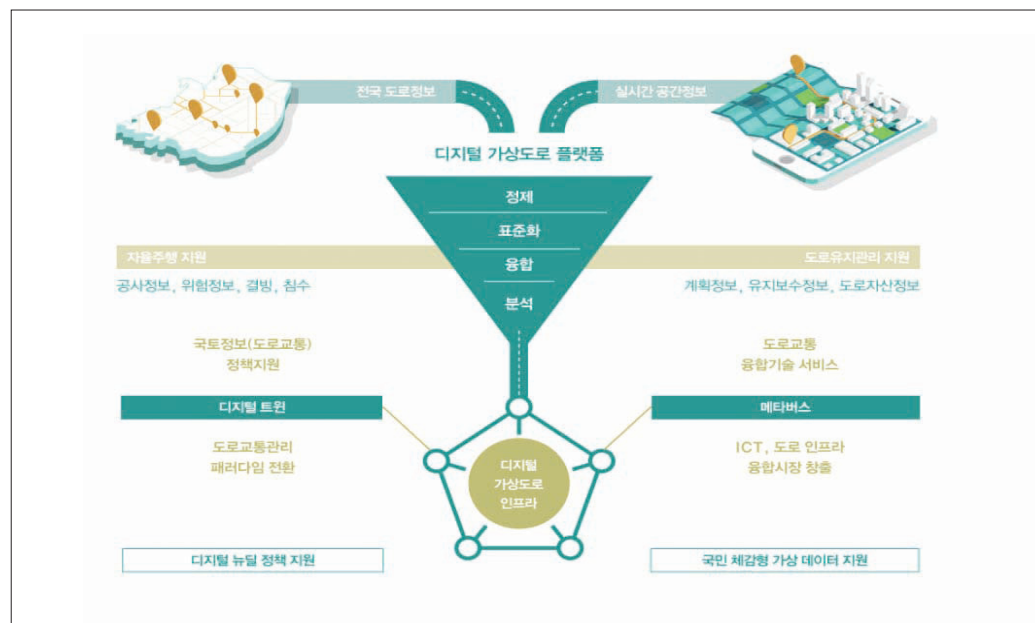
보를 활용하여 안전성 확보에 기여하기 위한 연구 및 실증 사업도 추진하고 있다. 경기도, 차세대융합기술연구원과의 협업을 통해 판교 제로시티에 자율주행 공간정보 플랫폼을 구축했다. 자율주행 공간정보 플랫폼은 자율주행에 관련된 데이터를 수집, 분석하는 서비스이다. 시작은 국제 표준을 준수하며 데이터를 수집하는 것이다. 이렇게 수집된 데이터는 시설물과 도로정보 등 정적인 정보와 보행자, 차량 등 동적인 정보로 분류된다. 정적인 정보는 정확한 정보 처리가, 동적인 정보는 빠른 정보 처리가 필요하다. 이후 이러한 정보들을 공간정보로 변화해 안전 데이터로 가공하면 위험정보 분석을 통해 자율차의 안전을 확보할 수 있는데, 이때 국제 표준에 부합하는 메시지로 변환시키는

것이 가장 중요하다.

동시에 LX공사는 지방자치단체별로 다르게 운영되는 메시지 표준화도 추진 중이다. 나아가 수집된 데이터를 공간정보화시켜 판교제로시티 내 자율주행 기업들이 활용할 수 있도록 OpenAPI로 서비스하고 있다. 자율주행 공간정보 플랫폼은 판교 제로셔틀을 통해 시범 운영하며 기능 실험을 마무리했으며, 2022년부터 제로시티 내 다양한 기업들이 운행할 시범운행 차량에도 서비스를 확대 적용할 예정이다. 본 사업을 통해 LX는 자율주행에 있어 공간정보가 안전 정보 및 서비스 정보로 활용될 수 있는 연결고리 역할을 수행하고 있는 것이다. 이와 같은 데이터는 공공데이터 전략추진위원회에 의해 국가중점데이터로 선정되었다. 2020년 12월에는 ‘자율주행 공간정보 인식 기



술 활성화 정보’ 구축도 완료했다. 2020년부터는 홈페이지(kodas.or.kr)를 통해서 330만 건의 데이터를 공공과 민간에 무료로 제공 중이다. 2016년까지 자율주행을 위한 한국형 데이터가 전무했던 것에 비추면, LX는 짧은 기간 내 놀라운 성과를 이뤄낸 셈이다. 이러한 성과는 자율주행 공간정보 플랫폼을 연결고리로 디지털 가상도로 플랫폼으로 확장되어 가고 있다. 



미니 인터뷰

LX 디지털SOC센터 이모저모



Q_ 미래의 디지털 가상도로란?

A_ 도로는 이동과 소비, 생산이 모두 이뤄지는 물리적 플랫폼으로서 하나의 도로에서도 수많은 정보가 생성된다. 이런 이러한 도로 특성의 정보를 획득하여 정확하게 분석하고 올바른 관리와 유지를 통해 미래를 예측할 수 있다. 특히, 도로정보가 하나로 모인다면 더 다양한 활용과 가치를 더할 수 있다. 우리 LX는 모든 도로에 현황과 정보, 물리적 현상을 담고 도로의 변동과 흐름에 상황적 현상을 기록하여 통합된 공간정보를 상호 연동할 수 있는 새로운 가상세계인 '디지털 SOC 플랫폼'을 만들고 있다. 실제 현황을 담은 디지털 가상도로는 보다 효율적인 도로관리뿐만 아니라 상황별 목적에 따라 다양한 정보를 연계하고 통합할 수 있다. 통합된 정보는 새로운 정보를 가져다주고 변화에 유연하며 지속가능한 미래정보를 형성해갈 수 있다. 시

민의 안전 속 민간과 함께 공간정보혁신을 만들어 도로에 가치를 더할 것이다.

Q_ LX공사가 도로정보 체계를 구축하는 이유는?

A_ LX에서는 토지와 주소에 관련된 국가 중요 정보를 구축하고 유지관리하며 정보를 표준화하고 플랫폼화 하는 역할을 수행한다. 이러한 역할을 꾸준히 쌓아온 덕에 지속적으로 도로관련 정보체계 운영관리를 맡게 됐다. 도로대장 운영관리의 핵심은 도로의 주민등록증이라 할 수 있는 도로대장이었다. 도로 정보의 통일성과 변화되는 도로환경을 받아들일 수 있는 정보체계가 필요했다. 하지만 도로대장은 인쇄자료, PDF, NDB, MDB, XLS, DWG 등의 디지털자료까지 그 형식이 천차만별이었다. LX 도로대장 실무팀은 '어떻게 하면 클릭 한번으로 데이터를 확인

할 수 있을까?'를 목표로 도로대장 통합 맵 구축과 도로대장 수시갱신 체계 구축에 돌입했다. 이후 2017년 도로대장 정보시스템 표준 데이터 설계를 시작으로 2019년 국토 전 구간을 공간정보 체계로 구축해냈다. 도로의 높이와 폭 등 기하구조, 가로등이나 신호등과 같은 구조물 등 49종의 정보를 한 번에 확인할 수 있게 된 덕분에 관리 및 유지보수가 필요한 경우 신속히 대응할 수 있게 되었다. 특히, 공간분석을 통해 도로 살얼음 취약 구간 403곳을 선정하고 도로안전 분야 예방 대책과 연계함으로써 관리취약으로 인한 사고 등을 예방 해 124억 원의 국가예산을 절감시켰다.

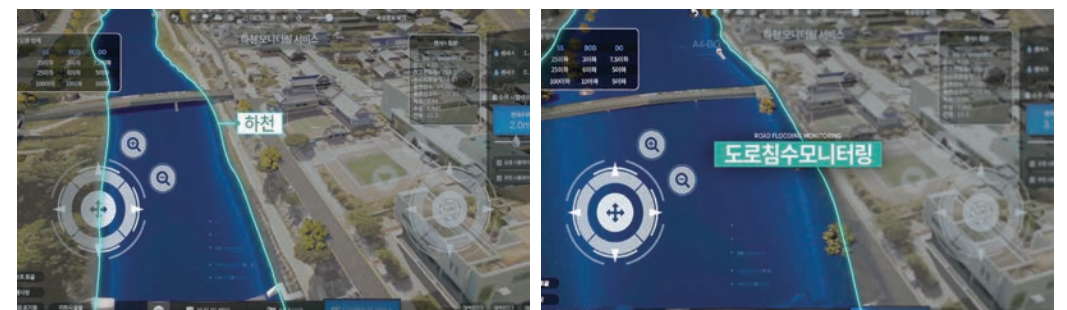
Q_ LX공사에서 가상도로 플랫폼 사업을 추진하게 된 계기는?

A_ 도로대장 정보시스템 구축과정에서 살펴본 것처럼 물리적 도로와 관련된 모든 정보를 디지털화하면 인터넷의 가상공간에 국토 전체에 대한 가상도로(Virtual SOC) 플랫폼을 구축할 수 있다. 이 플랫폼의 활용 방안은 무궁무진하다. 도로 관리를 담당하는 기관에서

는 유지보수나 신설계획 등에 손쉽게 활용할 수 있고, 자율차를 연구하는 기관에서는 물리적 도로가 아닌 가상공간에서의 시뮬레이션을 통해 기술을 고도화할 수 있다. 또, 디지털트윈과 연계해서는 도로교통관리의 패러다임을 바꿀 새로운 정책을 실험할 수 있고, 메타버스와 연결하면 실시간 기반 카레이싱 게임 등 국민 체감형 가상 데이터를 지원할 수도 있다.

Q_ LX공사 디지털SOC센터의 궁극적인 목표는?

A_ LX와 같은 공공기관은 국민들이 쉽게 활용할 수 있는 플랫폼을 탄탄히 구축하되, 민간시장을 침해할 수 있는 부분은 경계해야 한다. 최근 인기를 끌고 있는 실시간 부동산 실거래가 앱, 동네 주민들끼리 물건을 사고 파는 앱 역시 국가정보나 개인의 위치정보를 활용한 것이다. 때로 우리가 드러나지 않는다는 것이 아쉽지만, 좋은 플랫폼을 만들어서 다양한 민간기업의 참여를 이끌어내 도로교통 산업이 발전하는 것이 우리 LX공사의 목표 아닐까 생각한다. 🇰🇷



자료와 사진을 제공해준 LX공사 디지털SOC센터 이정훈 센터장님께 깊이 감사드립니다.

자전거 도로 정보 2편 - 북한강(경춘선)자전거길 -



아름다운 산과 호수를 따라 펼쳐진 북한강 자전거길

서울과 춘천을 잇는 총연장 70.4km 북한강 자전거길은 청평호반, 의암호반, 운길산, 축령산 등을 지나며 아름다운 절경을 느낄 수 있다. 북한강 자전거길은 수도권 시민들의 휴식처가 되어 주는 대성리, 청평유원지, 자라섬, 강촌유원지, 의암호 등을 직접 거치며 수려한 자연경관을 제공한다.

코스정보	밝은 광장 - 샛터삼거리 - 경강교 - 춘천 신매대교
전체거리	종주노선 70.4km, 우회노선 27.1km
난이도	중간
예상시간	8시간 50분

청년층에게는 만남과 낭만을... 중장년층에게는 추억과 향수를...

1939년 개통되어 2010년 12월 20일 역사 속으로 사라진 경춘선 폐 기차길을 활용하여 조성한 자전거길은 청년층에게는 핫플레이스가 되고 있으며, 노장년층에게는 옛 기억과 추억을 떠올릴 수 있는 기회를 제공한다.

대규모 주거단지와 대중교통시설 연계된 경춘선 자전거길

경춘선 자전거길은 별내·평내지구 등 7개 주거단지와 퇴계원역·금곡역 등 8개 수도권 전철역사가 인접해 있어 접근성이 우수하고 주행여건도 매우 양호하다.

THEMA

① 자전거 문화의 상징, 밝은 광장

남한강 자전거길과 북한강 자전거길이 만나는 두물머리 지역에 수변 데크 및 쉼터, 바이크 카페, 화장실 등이 있는 '밝은 광장'을 조성하여 자전거길의 대표 랜드마크로 재활용되었다.

② 추억과 낭만을 따라 달리는 자전거길

젊은 사람들의 MT장소로 각광받는 대성리, 청평, 강촌, 춘천을 자전거로 달릴 수 있게 되어 청년층과 중장년층에게 인기가 많은 자전거길이 되었다.

③ 물과 안개의 도시, 춘천까지 자전거로

물과 안개의 도시로 유명한 춘천의 의암호반, 사중도, 하중도, 봉어섬과 애니메이션 박물관, 인형극장, 막국수 체험박물관, 명동 닭갈비 골목 등 주요 명소를 체험할 수 있는 좋은 기회도 제공한다.

④ 하늘을 달리는 자전거길(경춘선 마석고가교)

혼잡한 마석시내를 우회하고 자전거 이용자 안전 확보를 위하여 마석고가교(약 530M)에 자전거도로를 설치하여 도심의 하늘을 달리는 기분을 느낄 수 있도록 한다.

참고자료

- 자전거 행복나눔 누리집(www.bike.go.kr)
- 행정안전부 누리집(www.mois.go.kr)

(다음 호에 계속) - 자전거 도로 정보 3편



Intertraffic Amsterdam 2022

한국관 전시 참가

홍보나 | 한국도로협회 국제도로센터 대리

Intertraffic Amsterdam 2022

한국도로협회 국제도로센터에서는 지난 3월 29일부터 4월 1일까지 네덜란드 암스테르담에서 개최한 Intertraffic Amsterdam 2022에 국내 도로교통분야 우수 기술을 보유한 11개 기업과 함께 한국관을 구성하여 참가하였다. Intertraffic Amsterdam은 세계 최대 규모의 도로·교통 분야 전문 전시회로서 국

내 도로분야 중소기업의 해외진출 및 판로 확보의 기회인만큼 한국도로협회 국제도로센터에서 꾸준히 한국관을 구성하여 참가하고 있다.

특히, 올해는 개최 50주년을 맞이하여 Intertraffic Awards, Intertraffic Summit, ITSUP 등 예년보다 더욱 다채로운 프로그램과 함께 약 120개국 24,000명의 참관객이 방문하여 코로나19로 잠시 주

춤했던 전시장이 다시 활기를 찾는 모습을 볼 수 있었다. 이번 전시회는 도로안전, 주차, 인프라, 교통관리, 스마트모빌리티 등 도로산업 전반에 걸친 분야로 구성되었고, 49개국 800여 개의 기업이 참가하여 다양한 기술과 제품이 전시되었다.

한국관 구성

한국관은 Intertraffic Amsterdam 전시회 중 유일한 국가관으로 한국도로협회, 한국도로공사, 국내 우수기술·제품을 보유한 11개 기업이 함께 참가하였다. 한국관에는 발광형 도로표지판, 차량용 싸인보드, 경광등, 재귀반사시트, 교통정보 전광판, 내부조명식 교통표지, 가드레일, 레이더센서, 텔리웨이브(IoT 비상알림 경고장치), 주차관제시스템, 건설사업관리플랫폼 등 도로교통분야의 다양한 기업이 참가하여 전시회 참관객들에게 국내 우수 기술 및 제품을 홍보하였다. 또한 한국도로협회와 한국도로공사의 공동 홍보부스에는 도로분야 신기술을 인증하고 현장에 적용하는 한국도로공사 도공기술마켓과 해외진출 지원 활동 등을 소개하는 전시 프로그램을 마련하였다.

한편, 한국도로협회는 한국관 스탬프 투어 이벤트를

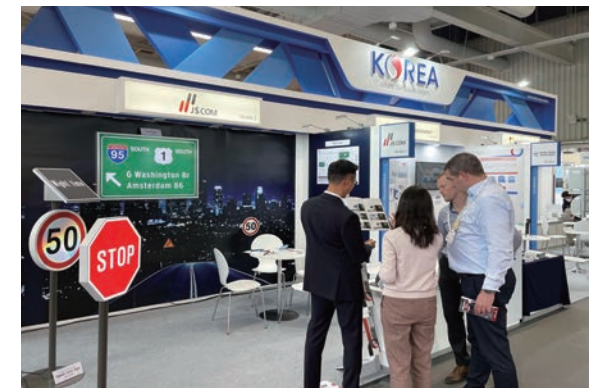
통해 전시회 참관객들에게 한국관 참가기업의 기술을 소개하고 기업부스 방문을 유도하는 등 다양한 홍보 이벤트를 진행하여 뜨거운 반응을 이끌었다. 특히, 한국관은 도로안전 분야 전시장 네트워킹 세션 바로 옆에 위치하여 가장 많은 참관객이 방문하였으며, 도로안전분야를 비롯하여 최근 신기술 트렌드의 기술과 제품에 많은 관심을 보였다.

Intertraffic Amsterdam 2022 한국관 참가기업

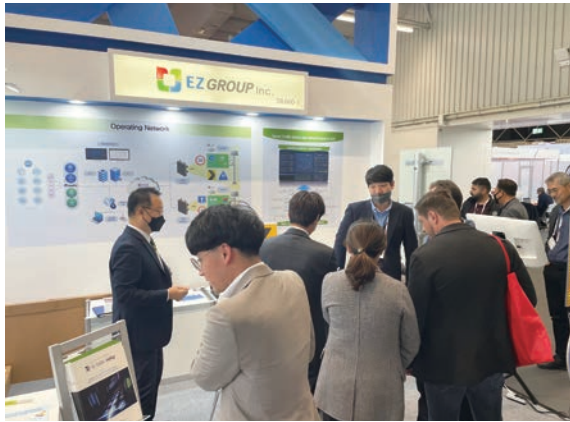
기업명	주요제품	참가규모
이지그룹	발광형 도로표지판	12㎡
국제에스티	가드레일	12㎡
효성종합	발광형 교통안전표지	12㎡
제이에스컴	내부조명식 교통표지	12㎡
밍스피엠	건설사업관리플랫폼	12㎡
컴파스	차량용 싸인보드	12㎡
티엘이	텔리웨이브	12㎡
비티컴퍼스	주차관제시스템	12㎡
퀀텀게이트	교통정보전광판	12㎡
나노라이트	반사시트	12㎡
바이다	레이더센서	12㎡



한국관 참가기업 - 나노라이트



한국관 참가기업 - JS COM



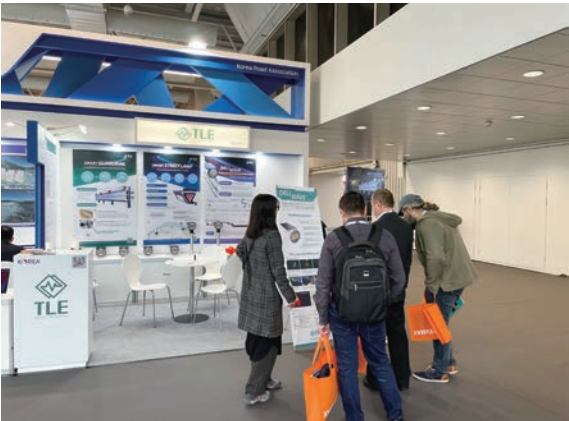
한국관 참가기업 - EZ Group



한국관 참가기업 - 비티컴퍼스



한국관 참가기업 - 퀀텀게이트



한국관 참가기업 - TLE



주네덜란드 정연두 대사 한국관 방문

주요인사 방문

Intertraffic Amsterdam 2022 전시회에 구성된 한국관에 많은 국가 관계자들이 참관하였으며, 해외 주요 인사들도 방문하여 많은 관심을 불러 일으켰다. 특히, 주네덜란드 정연두 대사와 대한무역투자진흥공사(KOTRA) 신철식 암스테르담 무역관 부관장이 한국관에 방문하여 참가기업의 해외진출 애로사항에 대해 이야기를 나누는 시간을 가졌다.

향후일정

Intertraffic 전시회는 세계 최대 규모의 도로교통분야 전문 전시회인 만큼 우리나라의 도로기술을 해외에 홍보할 수 있는 좋은 기회이다. 본 전시회는 유럽, 중동, 중남미, 아시아 등 대륙별 교유 브랜드의 전시회를 개최하고 있으며, 이번 2022 Intertraffic Amsterdam 개최에 이어 앞으로 Intertraffic Mexico(2022.11.8.~10.), Intertraffic Istanbul(2023.6.14.~16.), Intertraffic Amsterdam

(2024.4.16.~19.)이 개최될 예정이다. 최근 한국의 기술과 제품 수준이 높은 평가를 받고 있는 만큼, 국내기업의 해외 인지도 향상 및 진출 확대를 위해 한국도로협회 국제도로센터에서는 적극적인

로 Intertraffic 전시회를 참가할 예정이다. 한국도로협회 회원사뿐만 아니라 많은 도로교통분야 기업들의 참여와 관심을 바란다. 🇳🇵

전시회명	개최일	홈페이지
Intertraffic Mexico	2022. 11. 8. ~ 10.	https://www.intertraffic.com/mexico/
Intertraffic Istanbul	2023. 6. 14. ~ 16.	https://www.intertraffic.com/istanbul/
Intertraffic Amsterdam	2024. 4. 16. ~ 19.	https://www.intertraffic.com/amsterdam/

해외 전시회 문의처 : 국제도로센터 홍보나 대리 02-3490-1072, bonah417@kroad.or.kr

웹 3.0, 평등한 새로운 인터넷을 만들 수 있을까?

김익현 | 지디넷코리아 미디어연구소장



1. 웹의 탄생과 진화

우리가 알고 있는 인터넷의 기본 틀이 만들어진 것은 1989년이였다. 유럽입자물리연구소(CERN)에 근무하던 팀 버너스 리(Tim Berners-Lee)가 그 해 선보인 월드와이드웹(www)이 인터넷의 토대가 됐다. 대학과 연구 기관에서 일하고 있는 학자들이 신속하게 정보를 교환하고 공동 연구를 할 수 있는 망으로 처음 설계된 월드와이드웹은 이후 인터넷과 동의어로 통하게 됐다.

하지만 인터넷 대중화의 일등공신은 1994년 미국 일리노이대학원생이던 마크 앤드리슨이 선보인 넷스케이프 내비게이터란 웹브라우저였다. 그 래픽 이용자 기반 인터페이스(GUI) 방식을 적용한 넷스케이프 덕분에 누구나 쉽게 인터넷을 이용할 수 있게 됐다. 생활필수품이나 다름없는 인터넷이지만, 실제로 대중화된 지는 30년이 채 안 된 셈이다.

물론 인터넷의 씨앗이 뿌려진 것은 이보다 한참 전이었다. 배너바 부시란 사람이 1945년에 쓴 ‘우



웹 창시자인 팀 버너스 리

리가 생각하는 것처럼(As We May Think)’이란 논문이 이론적 출발점이다. 부시는 이 논문을 토대로 정보와 지식을 빠르게 저장하고 검색할 수 있는 ‘메멕스’란 시스템을 만들어냈다.

부시의 뒤를 이어 테오도르 넬슨이 ‘제너두 프로젝트’를 통해 전 세계를 연결하는 거대한 문서우주(Docuverse)란 야심을 제시했다. 특히 넬슨은

‘하이퍼텍스트’란 말을 처음 쓴 인물로도 유명하다. 하이퍼텍스트는 링크로 연결된 텍스트를 지칭하는 단어다. 하이퍼텍스트로 구성된 문서우주는 요즘 우리가 익숙한 인터넷과 비슷한 모습이다. 이런 기반 위에서 탄생한 월드와이드웹은 각 문서가 고유의 주소(URL)를 갖고, 이 문서들을 하이퍼링크로 연결하는 방식으로 작동한다. 월드와이드웹은 “서로 별개로 성장해 온 하이퍼텍스트와 인터넷이 결혼해서 얻은 천재자식”¹⁾인 셈이다.

2. 웹 2.0과 참여, 공유, 개방

배너바 부시를 비롯한 초기 연구자들은 양방향 연결이 가능한 인터넷을 만들려고 했다. 정보를 제공하는 쪽과 받아들이는 쪽이 똑같은 지위를 누리도록 하겠다는 게 이들의 기본 생각이었다. 하지만 ‘완벽한 양방향성’을 갖춘 인터넷을 만드는 것은 간단한 작업이 아니었다.

웹 창시자인 팀 버너스 리는 좀 더 현실적으로 접근했다. 멀티미디어와 링크가 주축이 된 하이퍼텍스트를 구현하기 위해 양방향 연결성이란 비전을 포기했다. 초기 인터넷이 일방향 플랫폼이란 평가를 받는 건 그 때문이었다. 이 시기를 흔히 웹 1.0이라고 부른다. 월드와이드웹을 잘 구현할 수 있는 넷스케이프 내비게이터가 등장한 1994년부터 2004년 무렵까지를 흔히 웹 1.0 시대로 부른다.

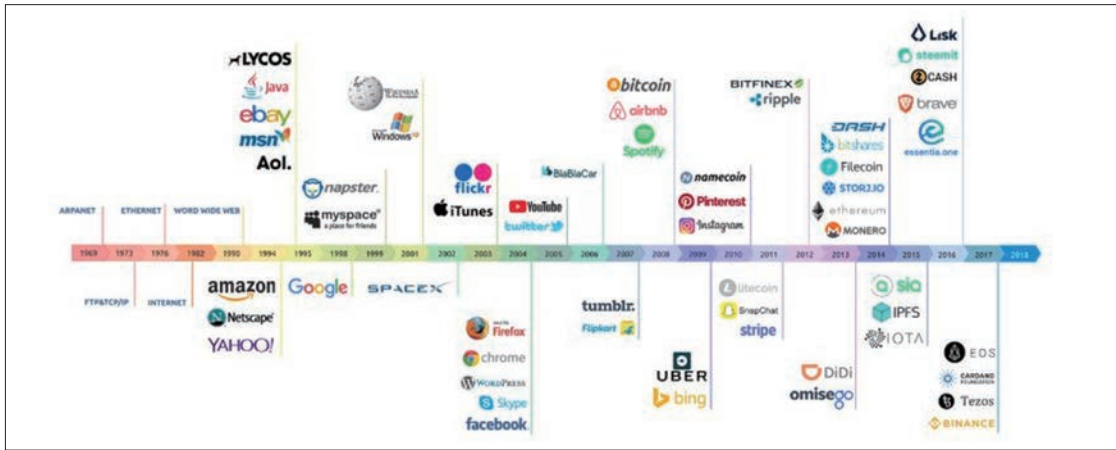
닷컴 붐이 본격화되고 인터넷산업이 빠르게 성장하면서 양방향 인터넷이란 ‘잃어버린 비전’에 대한 아쉬움이 조금씩 고개를 들기 시작했다. 웹 창시자인 팀 버너스 리 역시 1990년대 말부터 월드와이드웹 컨소시엄(W3C)을 중심으로 시멘틱 웹(semantic web)에 대한 연구에 본격 착수하면서

현실과 타협하느라 포기했던 꿈을 좇기 시작했다. 생산자와 소비자가 철저하게 분리됐던 웹 1.0의 아쉬움을 해소한 것은 2000년대 중반 빠르게 보급된 블로그였다. 블로그의 부상과 함께 웹은 양방향 플랫폼으로 진화하면서 새로운 단계로 발전하게 된다. 생산자와 소비자란 말을 결합한 생비자(prosumer)란 말이 사용된 것도 이 무렵이었다. 2007년 무렵부터 웹 2.0이란 용어가 본격 사용되기 시작했다. 당시 오라일리미디어를 이끌고 있는 팀 오라일 리가 닷컴 붐과 이후에도 참여, 공유, 개방 특성을 갖고 있는 서비스가 꾸준히 성장하고 있다면서 이들을 웹 2.0이라고 부르자는 것이 시초였다. 구글, 아마존 등이 대표적인 웹 2.0 서비스로 꼽혔다. 플랫폼으로서의 웹이란 개념이 중요하게 사용됐다. 블로그와 이용자제작콘텐츠(UCC)도 웹 2.0을 대표하는 서비스들이었다.

웹 2.0은 웹의 양방향성에 초점을 맞춘 개념이다. 하지만 구글, 페이스북 같은 웹 2.0 대표 주자들의 영향력이 급속도로 확대되면서 평등한 소통



1) 배식한(2000), 『인터넷, 하이퍼텍스트 그리고 책의 종말』, 책세상, 70쪽



공간이라는 웹의 취지가 위협받고 있다는 비판이 적지 않게 제기됐다. 인터넷은 누구에게나 개방된 공간이지만, 의미 있는 소통이나 상거래를 하기 위해선 IT 공룡들이 둘러쳐 놓은 담장(walled garden) 안으로 들어가야만 한다. 그들이 정한 규칙을 따라야 하며, 그 대가로 소중한 개인 정보를 넘겨주는 불이익까지 감수해야만 한다. 그 결과 한 때 참여, 공유, 개방을 실천하는 업체로 인터넷의 추앙받았던 구글, 아마존, 페이스북은 거대 IT 공룡으로 전 세계 규제 당국의 견제를 받고 있다.

3. 블록체인과 웹 3.0 시대의 본격 개막

웹 2.0의 이런 한계에 대한 대안으로 등장한 것이 웹 3.0이다. 웹 3.0은 지능화된 개인맞춤형 웹이란 가치를 전면에 내세우고 있다. 거대 플랫폼이 중앙 서버에 데이터를 저장하는 웹 2.0 생태계와는 달리 웹 3.0에선 블록체인에 분산 저장된다. 블록체인에 기록된 각종 정보는 누구나 열람할 수 있으면서도 데이터의 안정성이 뛰어난 편이다. 웹 3.0의 이런 특성을 가능하게 하는 것은 블록체인이다. 블록체인 덕분에 다양한 데이터를 분산 저장할 수 있기 때문이다. 블록체인은 데이터 원

장을 네트워크 참여자들에게 나눠주는 기술이다. 특히 블록체인 상의 거래가 승인되기 위해선 전체 노드의 절반 이상이 동의해야 하기 때문에 사실상 위변조가 불가능하다.

또 다른 특성은 ‘소유’ 개념이 좀 더 강조된다는 점이다. 웹 2.0이 강조했던 것 중 하나는 ‘읽기’에서 ‘읽고 쓰기’로의 진화였다. ‘쓰기’가 활성화돼야만 이용자 참여가 가능하기 때문이다. 블로그를 비롯해 트위터, 페이스북 같은 서비스들이 웹 2.0의 대표 주자로 꼽히는 건 이런 특성과 관련이 있다. 그런데 웹 3.0은 여기에서 ‘소유하기’란 새로운 가치를 덧붙였다. 그래서 웹 3.0을 지탱하는 중요한 축은 비트코인을 비롯한 암호화폐가 기반이 된 토큰 경제다.



웹 2.0 주요 기업과 웹 3.0 주요 프로토콜 (자료 : 하나금융연구소)

1.0에 비해 이용자들의 참여와 소통이 중요한 역할을 하긴 하지만, 잠재 고객을 충성 고객으로 진화 발전시키는 기본 문법은 크게 다르지 않다. 그러다보니 구글, 아마존, 이베이, 페이스북 같은 소수 거대 플랫폼들이 시장을 지배하는 상황이 계속되고 있다. 반면 다른 기업들은 완전한 황무지 상태에서 의미 있는 규모의 고객을 확보하는 것이 굉장히 힘든 상황이다.

분산형 구조를 갖고 있는 웹 3.0은 비즈니스 측면에서도 웹 2.0과는 크게 다르다. 무엇보다 웹 2.0 시대에 흔히 볼 수 있던 시장 지배적 사업자가 없다. 따라서 거대 플랫폼의 횡포 뿐 아니라 후광 효과까지도 기대하기 힘들다. 대신 새롭게 고객을 확보하려는 기업들은 자기 힘으로 네트워크를 덧붙여나가면서 조금씩 영향력을 키워야 한다. 이때 중요한 역할을 하는 것이 토큰(token)이다. 이용자들을 확보하기 위해 대대적인 마케팅 비용을 쓰는 대신, 초기 기여자들에게 토큰을 나눠주게 된다. 토큰은 자발적 참여 유인이 되는 동시에 네트워크에 대한 소속감도 높여주는 역할을 하면서 거대 사업자의 후광을 입지 않아도 새로운 공동체를 형성할 수 있는 가능성을 좀 더 높여주게 된다. 웹 3.0 패러다임에서 ‘토큰 이코노미’가 중요한 역할을 하는 건 이런 구조와 관련이 있다.

시장진입(Go to market, GTM) 전략을 살펴보면 좀 더 명확하게 이해할 수 있다. 우리가 알고 있던 웹 2.0은 일방향 웹에서 양방향 웹으로 진화한 개념이긴 하지만, 시장진입 전략은 대다수 전통 비즈니스와 비슷한 방식으로 이루어진다. 즉 인지도를 높이고, 잠재고객을 확보한 다음 이들의 관심을 최대한 고조시켜나가는 방법으로 점차 충성 고객으로 전환시키는 방식이다. 전통적인 웹

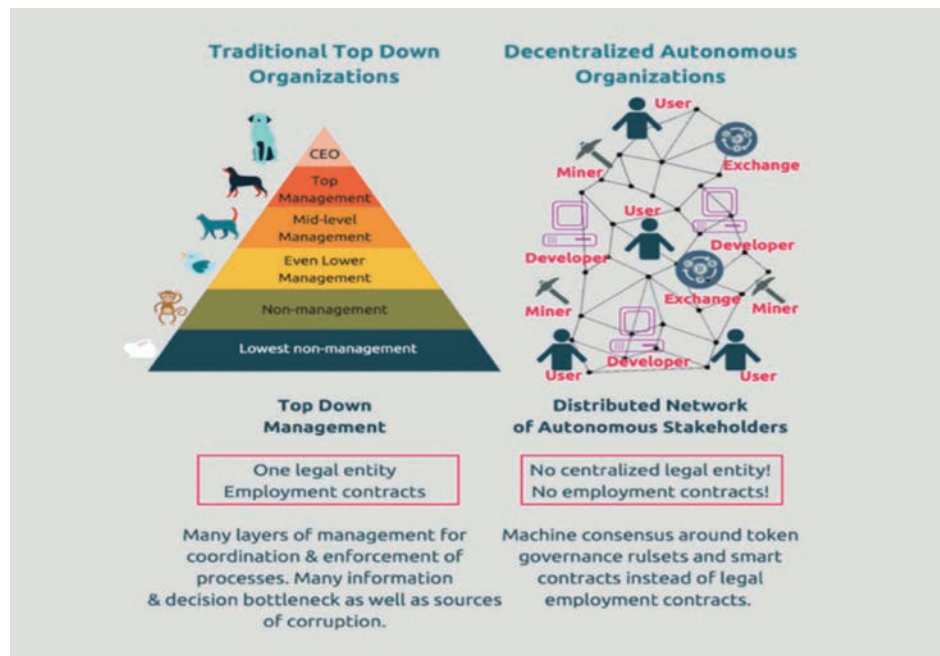
4. 탈중앙화 자율조직 DAO

이런 특성을 갖고 있는 웹 3.0에서 가장 중요한 원칙이 분산형 자율조직(Decentralized Autonomous Organization: DAO)이다. DAO는 공동의 목표를 갖고 있는 개인들이 자본을 모으고, 투표 등의 방식으로 조직을 운영해 나가는 온라인 공동체다. 자본은 토큰으로 모으고, 토큰의 지분만큼 투표에서 영향력을 행사할 수 있다.

웹 1.0, 2.0, 3.0 비교²⁾

구분	웹 1.0	웹 2.0	웹 3.0
상호작용	대부분 읽기 전용	읽고 쓰기	읽기, 쓰기, 소유
소비 형태	콘텐츠 소유	콘텐츠 공유	콘텐츠 결합
구조	디렉터리	태깅	이용자 행동
기본 형태	홈페이지	블로그/위키	라이브 스트림/웨이브
조직 형태	기업 중심	공동체 중심	개인 중심
수익모델	페이지뷰	클릭당 비용(CPC)	이용자 참여
통제방식	탈중앙화	중앙집권적	탈중앙화

2) <https://www.geeksforgeeks.org/web-1-0-web-2-0-and-web-3-0-with-their-difference/>, 하나금융연구소 등의 자료를 참고해서 재작성

전통적인 조직과 DAO의 조직은 확연히 다르다³⁾

최근에는 소더비 경매에 나온 미국 헌법 초판을 낙찰 받기 위해 17,000명이 ‘컨스티튜션 DAO’를 결성해 화제가 되기도 했다. 컨스티튜션 DAO는 72시간 만에 4천만 달러 이상을 모금했고 실제 경매에 참여했다. 근소한 가격차로 낙찰에는 실패했지만 DAO의 가능성을 보여줬다는 점에서 의미를 평가 받고 있다. 분산 금융(DeFi)을 비롯한 블록체인 기반의 많은 서비스들은 이렇게 작동한다고 보면 된다. DAO는 각종 안전이나 자금 사용처 등을 별도 중앙조직 없이 분산된 개인들이 결정하는 것을 의미한다. 투자 현황, 자금 모집, 운영 방법 등이 모든 참여자들에게 공개된다.

2022년 들어 DAO가 특히 많은 관심을 받고 있다. 블록체인 데이터 전문 업체 메사리는 최근 보고서에서 “2020년이 디파이의 해였고 2021년이

NFT의 해였다면, 2022년은 DAO의 해가 될 것”이라고 전망했다.

인터넷은 생산과 유통의 민주화를 이루어내면서 새로운 이용자 참여 시대를 열었다. 특히 참여와 공유, 개방을 기치로 내걸었던 웹 2.0 패러다임은 평범한 많은 사람들을 콘텐츠와 상거래의 중요한 축으로 끌어올리는 역할을 했다. 전통적인 경제 패러다임을 허물어버리면서 소비자(이용자)의 힘을 좀 더 강력하게 키워줬다.

하지만 부작용도 적지 않았다. 참여와 공유 자체는 아름다운 가치이지만, 그게 규모의 경제와 밀접한 관련이 있다는 것이 문제였다. 그러다보니 몇몇 거대 IT 플랫폼 사업자들이 인터넷을 쥐락펴락 하는 상황이 연출됐다. 오히려 오프라인 공간의 독점보다 더 심각한 불평등 현상이 발생했다.

구글, 메타(구 페이스북) 같은 몇몇 기업들이 사실상 주요 인터넷 서비스를 독점하면서 개방과 참여라는 당초 이상은 실종되고 말았다.

웹 3.0에 관심이 쏠리는 것은 이런 기울어진 운동장을 바로 잡을 수도 있을 것이란 기대감 때문이다. 특히 웹 3.0과 코인 이코노미의 핵심 작동 원리인 DAO에 거는 기대가 크다. 분산된 환경에서 모든 사람들이 중요한 의사 결정에 참여할 수 있다는 점만으로도 몇몇 거대 기업들이 주도하는 지금의 인터넷보다는 훨씬 더 민주적인 공간이 될 것으로 기대하는 사람도 적지 않다.

5. 나가며 - 웹 3.0은 실체가 있는 담론일까

2021년 말 웹 3.0의 실체를 놓고 열띤 논쟁이 벌어졌다. 논쟁의 불씨를 키운 것은 실리콘밸리의 소문난 절친 일론 머스크 테슬라 최고경영자(CEO)와 잭 도시 트위터 창업자였다. 머스크는 자신의 트위터에 “웹 3.0은 실체가 없는 마케팅 용어에 불과하다”고 목청을 높였다. 하루 뒤엔 “웹 3.0을 본 사람이 있느냐? 나는 그걸 찾을 수가 없다”는 글을 또 올리면서 비판 수위를 더 높였다.

트위터 CEO에서 물러난 뒤 암호화폐 사업에 주력하고 있는 잭 도시도 실체 없는 공허한 담론에 불과하다고 비판했다. 웹 3.0은 벤처캐피털(VC)들이 만들어낸 마케팅 용어에 불과하다는 것이다. 특히 웹 3.0 담론의 뒤에는 페이스북 초기 투자자로 유명한 안데르센 호로위츠가 있다고 주장했다. 안데르센 호로위츠는 인터넷 혁명의 불씨가 됐던 넷스케이프 브라우저를 만든 마크 안데르센이 이끌고 있는 벤처캐피털(VC)이다.

반면 ‘배후’로 지목된 안데르센 호로위츠는 웹 3.0 혁명의 분위기가 무르익고 있다고 주장한다. 안데르센 호로위츠는 “2021년은 웹 3.0의 분수령이

됐다. 상당수 정책 입안자들이 누구나 기회를 가질 수 있고, 개인들이 자신의 정보에 대해 더 많은 통제권을 갖도록 해주는 웹 3.0의 잠재력을 이해하게 됐다”고 공언했다. 바야흐로 웹의 새로운 진화가 시작됐다는 것이다.

이번 공방은 블록체인을 비롯한 분산처리 기술들이 중앙집중적인 웹을 새로운 단계로 진화시킬 것이냐는 점에 초점이 맞춰져 있어 그 어느 때보다 많은 관심을 끌고 있다. 넷스케이프 브라우저로 웹 1.0 시대를 연 마크 안데르센과 대표적인 웹 2.0 서비스로 꼽히는 트위터를 만든 잭 도시가 논쟁의 서로 다른 축을 형성하고 있다는 점도 흥밋거리다.

과연 웹 3.0은 잭 도시의 말처럼 ‘실체 없는 마케팅 용어’에 불과한 걸까? 아니면 “새로운 시대가 열리고 있다”는 마크 안데르센의 장담처럼 또 다른 웹의 혁신으로 이어질까? DAO를 기반으로 한 웹 3.0은 구글, 메타 등이 주도하는 지금의 인터넷을 ‘모두의 정원’으로 돌려놓을 수 있을까?

웹 3.0이 실체를 갖기 위해선 이 질문에 긍정적인 답변을 내놓을 수 있어야만 한다. 구글, 아마존 등이 웹 서비스의 새로운 단계를 선사해줬던 것처럼 웹 3.0의 가치를 제대로 구현한 서비스가 자리를 잡아야만 한다. 그 때까지는 웹 3.0의 실체를 둘러싼 공방은 끝나지 않을 가능성이 많다. 웹의 혁신에서도 중요한 건 이론이 아니라 실천이기 때문이다. 

3) <https://theguardian.com/decentralized-autonomous-organizations-daos-regulating-through-company-laws/> (출처 : The Daily Guardian (February 4, 2022))

NEW BOOKS & TECH

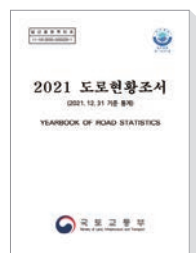
도로교통산업과 관련된 새로운 책, 건설기준, 보고서, 신기술, 제품 등을 소개하는 콘텐츠입니다.



설계용역 평가업무(PQ, SOQ, TP) 매뉴얼 발간

국토교통부에서 건설기술용역사업자 사업수행능력 세부평가기준 개정·고시(국토교통부고시 제2022-234호)에 따른 개정사항 등을 반영한 설계용역 평가업무 매뉴얼을 발간했다. 매뉴얼에는 사업수행능력(PQ) 평가, 기술인평가서(SOQ) 평가, 기술제안서(TP) 평가, 평가위원회 운영 특별규정 등을 수록했으며, PQ 입찰 서류 간소화, 용역수행성과 평가기준, 공동수급체 신용도 평가방법, 전차용역 평가기준, 업무중복도 평가기준, 기타 제도 등의 개선내용이 담겨있다. 매뉴얼은 국토교통부 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시되며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)



2021 도로현황조사서 발간 (2021.12.31. 기준 통계)

국토교통부에서 2021년 12월 31일 기준 통계인 2021 도로현황조사서를 발간했다. 책자에는 전국 고속도로, 일반국도, 특별광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도 등 도로현황이 수록되어 있다. 2021 도로현황조사서는 국토교통부 및 한국도로협회 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시되며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토교통부)



2021 도로산업 동향 연보 발간

한국도로협회에서 정부 및 지자체 주요 보도자료, 정책자료, 발간보고서 리스트 등을 총 망라한 2021 도로산업 동향 연보를 발간했다. 연보는 한국도로협회 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시되며, 홈페이지만 가입(무료)하면 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 한국도로협회)



건설안전 컨설팅 실무 발간

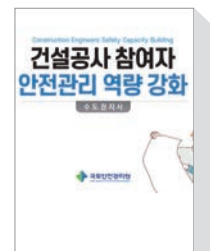
국토안전관리원이 건설현장 점검과 안전컨설팅에 활용할 수 있도록 한 자료집 건설안전 컨설팅 실무를 발간했다. 발간된 자료집은 그 간의 현장점검을 통해 축적한 자료와 기술 경험을 토대로 안전점검 및 주요 지적사항, 품질관련 주요 점검 대상, 사고 사례, 안전관리 우수 사례, 소규모 안전관리계획 검토 매뉴얼 등이 담겨있다. 책자는 국토안전관리원 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시되며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토안전관리원)

건설공사 참여자의 안전관리 역량 강화 발간

국토안전관리원에서 건설공사 사고 사망률 감축에 기여하고자 건설공사 참여자 안전관리 역량 강화를 발간했다. 책자는 국내·외 건설안전 현황, 건설안전 정책동향, 안전관리 제도 및 절차, 건설안전 및 품질관리 실무, 건설현장 사고 사례 등이 담겨있다. 책자는 국토안전관리원 홈페이지에 PDF 파일 형태로 게시되며, 열람 및 다운로드가 가능하다.

(출처 : 국토안전관리원)



건설신기술-931호 (2022. 4. 22. 지정) 초미립 분말 초속경 시멘트와 오염수 정화 순환 시스템 장비를 이용한 시멘트 콘크리트 교면포장 보수 공법 (SRP-CON공법)

건설신기술 931호는 단위시멘트량, 라텍스사용량을 줄이면서 조기강도 발현 증진 및 품질기준에 적합한 내구성을 확보하기 위해 분말도 6,000cm²/g 이상, 실리카흄 0.5~10% 내외의 잠열재료 세탄 및 수산화스트론튬 1:1 (중량비)를 혼합한 시멘트 콘크리트를 이용하여 콘크리트 교면포장 공사 시 워터젯 치핑 및 마이크로 그라인딩 작업 후 발생하는 오염수 및 슬러지에 대한 환경문제와 작업 효율성을 위해 공업용수 수질기준까지 정화, 처리가 가능하도록 오염수 정화 순환시스템 장비를 활용한 시멘트 콘크리트 교면포장 보수공법이다.

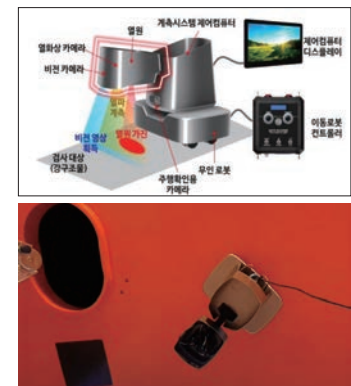
(개발자 : 대로건설(주), 예도컨스트럭(주), 한국리페어기술(주))



건설신기술-933호 (2022. 4. 29. 지정) 강구조물의 도막 상태평가를 위한 인공지능 기반의 열화상 및 비전 융합계측시스템

건설신기술 933호는 열화상 및 비전 카메라를 융합한 레이저 열원 영구자석기반 부착이동형 장비 또는 할 로겐 열원 장비로 획득한 강구조물의 도막 영상 이미지를 인공지능 기반의 알고리즘으로 분석하여 도막의 열화(부식, 박리, 채킹, 초킹) 분류, 열화 넓이, 두께를 수치화 및 시각화함으로써 도막 및 강구조물의 상태를 자동으로 계측하는 시스템이다.

(개발자 : 한국과학기술원, 에스큐엔지니어링(주))



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

자율주행자동차와

스마트모빌리티 강연 다시보기

현대인의 삶에서 빼놓을 수 없는 자동차!
하지만 교통사고, 주차 공간 부족, 환경오염 등
문제해결과 동시에 우리 삶을 더욱 윤택하게 할
자율주행자동차와 스마트모빌리티의 시대!
새로운 시대를 위해 무슨 연구를 하고 있는지!
이경수 서울대 기계공학부 교수님의 강연!
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : 한국고등교육재단 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/Nk17DggRng>



2021 서울 스마트 모빌리티 엑스포

강연 다시보기

2021 서울 스마트 모빌리티 엑스포 강연!
1부 : 이동의 전성시대, 그 문을 열다!
2부 : 기조연설 - 모빌리티의 미래를 그리다!
세션 : UAM 도심 교통망의 3차원 확장이 가져올 도시
교통 패러다임의 변화, 서울시 스마트모빌리티 비전,
자율주행차와 소통하는 미래형 도로, 모빌리티 전동화
가 가져온 변화 등! 2021 서울 스마트 모빌리티 엑스포
를 통해 미래 도로교통 산업의 변화를 예측해보세요!
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : 서울특별시 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/dvLd7KcWfMg>



Q 휴대폰 QR코드 인식 후 영상이
보이지 않는다면?

A 유튜브에서 제목을 검색하거나
URL 주소를 통해 확인

「도로교통」 저널 지면광고 안내

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



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

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

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

배포처

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

광고 종류

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

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

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

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

지면제작

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

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



통돌이



오리발 차광판



방음벽

“세상에 없는 제품만 만든다.”

T (주)태평양

통돌이

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

오리발 차광판

– 반영구적인 중분대용 오리발 차광판, 국내최초 차광판 실물 차량충돌시험 통과

방음벽

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

TMA

트럭탈부착형 충격흡수시설
도로안전시설 설치및 관리지침 2014.02]

국내최초 충돌속도

100km/h-TMA3 등급

80km/h-TMA2 등급



자사 제품 모방 근절!
짝퉁이 없는 세상을 만들시다!

T (주)태평양

[대표번호]

전화 1800 - 6704

email Tpy70@hanmail.net

Dynamic KR



For a new Tomorrow
당신의 생각보다 더 큰 세상을 펼쳐갑니다

우리의 도전에는 한계가 없습니다.

우리의 변화에는 멈춤이 없습니다.

종합건설회사로 우뚝 선 도전과 변화의 기업, **KR산업**



Architecture

이천 도지몰류센터



Housing

의왕초평 아파트 1공구



Development Project

인천검단 KR법조타워



Civil Engineering

고속도로 안전용인 5공구



Total Management

상주-영천 고속도로 유지관리



Service Area

안성바우덕이 휴게소

KR INDUSTRY COMPANY

제설작업 중대재해 ZERO,
최선의 선택!



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

Smart & Quick 톤백안전절개기

TS-06 [굴삭기 6W용]

TS-08 [굴삭기 8W용]

* 특허 등록 제품입니다.



빠른 설치

쉽고 빠른 설치 후 지상에서 기계로
안전하게 절개작업

간편한 조작

장비 활용을 통한 옥외작업자의
한랭환경 노출 시간 감소

위험작업 불필요

제설제 직접 절개를 위한 고소
(2m이상)작업 불필요