

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

2022 | **169**
www.kroad.or.kr

- 인 터 뷰** 국토교통부 이용욱 도로국장
한경대학교 김혁중 교수
(주)제이에스컴 양재성 부사장
- 기획특집** 스태그플레이션(Stagflation) 위기 속의 SOC 투자
- 정책과기술** 미래 도시교통체계에 대비한 모빌리티 허브 도입 방안
비법정도로(사실상의 도로)의 정비와 관리 강화에 대해서
- 도로지식** 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기(TBM편)
- 도로에세이** 분단의 상흔이 낙인처럼 남아있는 철원 승일교(昇日橋)
- 도로문화** 지속가능한 길 - 도로의 환경성과 경관성
- 도로인사이드** 세계를 향한 대한민국의 관문 - 제3연륙교
- 트렌드포커스** 양자 컴퓨터는 미래의 인류 삶을 통째로 바꿀 것이다
- 도로월드와이드** 도로사업 관련 베트남 PPP법의 문제점과 개선방향
해외 교량의 기후변화 영향



국토교통부
이용욱 도로국장



한경대학교
김혁중 교수



(주)제이에스컴
양재성 부사장

이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다



사람을 위한 기술, 미래를 위한 창조

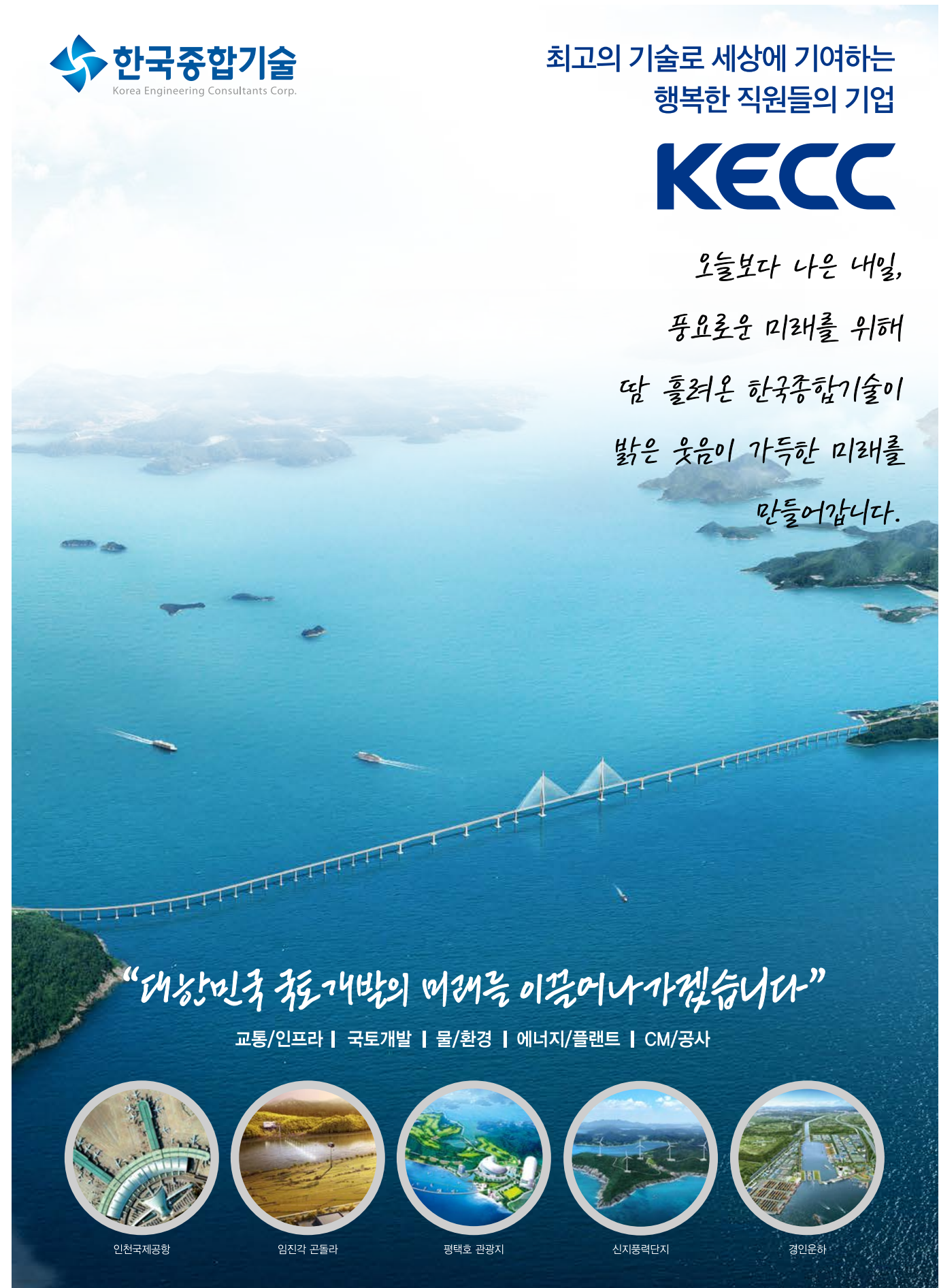
국내 최고의 토목엔지니어링 '삼보기술단'이
세계를 향해 힘차게 나아가고 있습니다.

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

최고의 기술로 세상에 기여하는
행복한 직원들의 기업

KECC

오늘보다 나은 내일,
풍요로운 미래를 위해
땀 흘려온 한국종합기술이
밝은 웃음이 가득한 미래를
만들어갑니다.



“대한민국 국토개발의 미래를 이끌어 나가겠습니다”

교통/인프라 | 국토개발 | 물/환경 | 에너지/플랜트 | CM/공사



인천국제공항



임진각 콘돌라



평택호 관광지



신지풍력단지



경인운하

C o n t e n t s



인터뷰

1. 국토교통부 이용욱 도로국장

06
2. 환경대학교 김혁중 교수

18
3. ㈜제이에스컴 양재성 부사장

26



특집

- 스태그플레이션(Stagflation) 위기 속의 SOC 투자

34
- 엄근용_한국건설산업연구원 부연구위원

정책과 기술

1. 미래 도시교통체계에 대비한 모빌리티 허브 도입 방안

42
- 홍상연_서울연구원 연구위원
2. 비법정도로(사실상의 도로)의 정비와 관리 강화에 대해서

50
- 이은형_대한건설정책연구원 연구위원



업무 속 도로지식

- 숫자와 그림으로 보는 터널 이야기 제1강_TBM편

56
- 김영근_㈜건화 부사장



그날의 도로

- 그날, 제3한강교가 개통되었다

66

Connecting the world,
Thinking for the future

도로에세이

1. 분단의 상흔이 낙인처럼 남아있는 철원 승일교(昇日橋)

68
2. 조선시대의 길(8)_길의 역사 17편

74

도로문화

- 지속가능한 길 3편_도로의 환경성과 경관성

76

도로 인사이드

1. 세계를 향한 대한민국의 관문_제3연륙교

82
2. 자전거 도로 정보 4편_오천자전거길

86

트렌드 포커스

- 양자 컴퓨터는 미래의 인류 삶을 통째로 바꿀 것이다

88

알뜰정보

1. 배 말고 차로 가는 섬 여행지 4선

92
2. 도로 표지판에 숨겨진 의미는?

94

도로월드와이드

1. 도로사업 관련 베트남 PPP법의 문제점과 개선방향

96
2. 해외 교량의 기후변화 영향

104

New Books & Tech

- 도로미디어

110
- 118



표지사진 : 제주 1100도로 오르기
(제공_한국관광공사 作 임종도)

| 통권 제169호 |

계 간 도로교통
발행일 2022년 12월 29일
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, 류수지, 신지호, 이종민, 이창훈
편 집 박진우
문의처 경영지원실(02-3490-1022)
이메일 pjw@kroad.or.kr
디자인 문화공감(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.

국토교통부 이용욱 도로국장을 만나다



제169호 인터뷰에서는 국토교통부 이용욱 도로국장을 만났다. 이용욱 도로국장은 국토교통부 기술기준과장, 첨단도로환경과장, 도로정책과장, 새만금개발청 개발사업국장, 개발전략국장, 익산지방국토관리청장 등 중앙정부에서 30여 년간 오랜 행정경험을 쌓았고, 2022년 8월 국토교통부 도로국장으로 부임한 후 국가도로망종합계획 및 도로건설 계획수립, 간선도로망 건설, 민자사업 계획수립, 도로운영 및 안전관리 등 대한민국의 도로를 총괄하고 있다. 이번 인터뷰는 이용욱 도로국장에게 도로정책, 도로건설 추진현황, 도로안전, 미래도로 등 주요 현안과 전망에 관한 이야기를 들어보았다. 다음은 인터뷰 내용의 전문이다.

Q _ 이용욱 국장님, 안녕하세요. 지난 150호 인터뷰에서 뵈고 오랜만에 인사드립니다. 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A _ 안녕하세요. 지난 8월 국토교통부 도로국장으로 부임한 이용욱입니다. 제 기억으로는 2018년 3월 도로협회와 인터뷰를 했던 기억이 있는데, 벌써 5년이 다 되어가니 시간 참 빠르다는 것을 실감합니다. 가끔 도로협회에서 발간하는 인쇄물을 통해 소통하고 이야기할 수 있어 기쁘게 생각합니다.

Q _ 국토교통부 도로국 주요 정책과 계획에 대해 요약 부탁드립니다.

A _ 크게 간선도로망 확충, 도로안전, 도로 공공성 강화, 미래도로 기반 마련 등을 주요 계획 이슈로 꼽고 싶습니다. 지난 2021년 9월과 2022년 2월 초는 제2차 국가도로망 종합계획, 제2차 고속도로 건설계획, 제5차 국도·국지도 건설계획이 수립된 중요한 시점이었습니다. 이들 모두 국토종합계획 및 국가기간교통망계획과 연계되기 때문에 향후 10년 동안의 도로정책과 건설, 미래도로 등 방향을 결정짓는 중요한 계획이라 할 수 있습니다. 특히, 제2차 국가도로망종합계획에서는 경제, 포용, 안전, 미래 등 4대 도로정책 방향에 따라 국가간선도로망의 10×10축 개편, 도로공공성 강화, 이용자 편의 향상, 스마트건

설, 디지털도로 구축, 저출산·고령화 등에 대비한 추진 과제를 제시했습니다. 제2차 고속도로 건설계획은 지역균형 발전, 교통혼잡 완화, 물류산업 지원, 남북협력 대비 등 4대 추진과제를 중심으로 사업을 선정하였고, 고속도로 신설 19건, 확장 18건 등 총 37건의 고속도로 사업을 새롭게 포함하였습니다. 제5차 국도·국지도 건설계획에는 지역 간 연결도로와 지역 내 생활밀접형 도로 확충을 목표로 균형발전 촉진, 안전성 강화, 연계성 제고, 교통혼잡 개선의 4대 추진전략에 따라 총 116개 신규 국도 건설사업에 전체 10조원 투자계획을 담았습니다.

Q _ 최근 간선도로망 확충 주요 성과에 대해 말씀 부탁드립니다.

A _ 도로는 공간을 연결하고 시간을 단축함으로써 국민들께 빠르고 편리한 교통서비스를 제공하였고, 국가적으로도 우리나라 경제 발전의 밑거름이 되어 왔습니다. 국가도로망 종합계획에도 밝혔듯이 전국 단위의 격자망과 대도시권 순환망 건설을 계획으로 지난 5년간 고속도로 건설에 16.9조 원과 일반국도 건설에 약 10.4조 원을 투입하였습니다. 특히 서울~문산, 대구외곽순환망, 수도권2순환망 등 고속도로 11개 구간 479km와 원주~새말, 대덕~용산, 고성~창원, 포항~홍해 우회도로

등 국도 141개 구간을 개통하였습니다. 이제
는 전 국토에서 76% 지역이 30분 내 고속도
로에 접근할 수 있고, 5년 전 대비 도시 간 평
균 이동시간을 3% 이상 단축하여 지역 간 이
동성을 크게 개선시켰습니다. 최근 우크라이
나-러시아 전쟁 등의 영향으로 건설현장 원
자재 부족 현상이 발생하고 있어 도로건설 사
업이 다소 지연되고 있지만, 정부에서는 사
업이 적기에 추진될 수 있도록 최선의 노력을
다할 것입니다.

**Q_경기침체 국면을 극복하기 위해서는 주요 간
선도로망을 적기에 건설하고 준공하는 것이
중요한 부분일 텐데요. 경제 활성화를 지원하
는 차원에서 앞으로 추진되는 주요 도로건설
사업이 있다면 소개 부탁드립니다.**

A_ 올해 도로예산은 8.2조 원으로 국토부 예산의
1/3을 차지하고 있는데, 구체적으로 살펴보
면 고속도로 건설 2.4조 원(국비 기준), 일반
국도 건설 1.95조 원, 민자도로 및 국지도 건
설 1.13조 원(국비 기준), 도로관리 2.7조 원
입니다. 국토균형발전을 위한 간선도로망은
지속 확충하고, 2023년부터는 도심부 교통정
체를 완화하기 위해 지하고속도로 사업도 중
점적으로 추진할 계획입니다. 예를 들어 경부
선(화성~서울 구간), 수도권1순환선(퇴계원

~판교 구간), 경인선(인천~서울)은 예비타
당성조사 등 행정절차가 진행되고 있고, 인
허가 등 원활한 사업추진을 위해 초기 단계부
터 관련 지자체와 협의체를 구성하여 인근 도
로 연계방안과 세부 사업계획 등을 논의하고
있습니다. 또한, 지하공간에서 안전하게 운전
할 수 있도록 대심도 지하고속도로에 적합한
설계속도, 환기구, 방재시설, IC 등 설계지침
도 마련하였습니다. 지하고속도로 사업은 경
제 활성화 측면뿐만 아니라 국민들에게 시간
과 공간을 돌려드리는 사업으로 출퇴근 시간
을 획기적으로 단축하고, 도로 용량에 여유가
있는 구간은 상부공간을 공원 등 휴식공간으
로 활용할 수 있을 것으로 기대됩니다.

그리고, 한정된 정부 재정 여건을 보완하기
위해 민간투자사업도 적극 추진 중입니다. 현
재 8조 원 규모의 3개 사업이 건설 중이며, 민
자적격성 조사를 통과한 사업이 9개, 적격성
조사 중인 사업이 6개 등 향후에는 민자사업
이 더욱 활성화될 예정입니다. 대표적인 사업
으로 평택~부여~익산을 연결해 서해안권 남
북간선망을 보완하는 서부내륙고속도로를 건
설 중이고, 1단계 구간인 평택~부여 구간은
'24년 개통을 목표로 차질 없이 추진 중입니
다. 서창~김포 구간과 오산~용인 구간 민자
고속도로 사업은 실시협약을 조속히 체결하



이용욱 도로국장이 주요 도로사업 현황에 대해 설명하고 있다.

고, 평택~시흥고속도로 확장사업과 부산 사
상~해운대 고속도로 등 새롭게 제안된 민자
고속도로 사업도 제3자 공고, 협상 등을 거쳐
차질 없이 사업을 추진하겠습니다.

이밖에 광주외곽순환고속도로인 본량~진원
구간과 수도권 제2순환고속도로인 파주~양
주, 포천~화도 구간은 2023년 개통하고, 포
항~영덕, 새만금~전주 등 기존 고속도로 사
업도 기한 내 차질 없이 준공하고, 2023년 예
산안에 포함된 세종~청주와 부산신항~김해,
울산외곽순환 등 고속도로와 남해서면~여수
신터, 제2경춘국도 건설사업도 본격적으로
추진됩니다.

**Q_국내 도로건설 사업은 예산투자나 시설규모
가 적정수준에 도달했다는 국민 의견이 있습
니다. 도로의 추가건설에 대한 부정적 인식이**

**항상 있었는데, 이와 관련하여 도로국의 입장은
어떤지 궁금합니다.**

A_ 도로는 물류이동, 경제활동, 여가문화 등 다
른 산업부문 발전과 국가경제에 큰 영향을 끼
치는 중요한 생산요소입니다. 우리나라 화물
의 90% 이상, 여객의 80% 이상을 도로가 처
리하고 있으나, 지역별 접근성 편차와 대도
시권 교통정체는 여전합니다. 특히, 경기 북
부, 강원 남부, 경북 북부, 전남 남부 등은 여
전히 고속도로 접근성이 낮고, 이동에도 많은
시간이 소요됩니다. 그리고 수도권 고속도로
는 30% 이상이 혼잡구간으로 정체가 심한 구
간이 여전히 많아 개선이 필요합니다. 앞으로
도로예산 투자는 2019년 기준 70.2조원에 달
하는 교통혼잡 비용을 줄이기 위해 도심지역
에는 지하고속도로 등 도로용량 확대를 위한
사업을 적극 추진하고, 지방지역에는 인구소
멸 등 문제에 대응하기 위해 방사형 순환 도
로망을 구축하는 등 지역에서 실제 필요로 하
는 도로의 건설을 추진하겠습니다. 아울러 미
래 교통여건 변화를 고려하여 실제 필요한 부
분에 예산이 투입될 수 있도록 면밀하게 살펴
보겠습니다.

**Q_그렇다면 우리나라 도로공급 수준이 어느 정
도 올라왔다고 보시나요?**

A_ 그간 지속적인 도로 인프라 구축으로 고속
도로, 국도 등 간선도로망은 상당한 수준으
로 축적되었지만, 현재 도로스톡(Stock)은 선
진국의 80~90% 수준입니다. 도로 수요는
OECD 주요나라 평균보다 높는데, 여전히 국
토계수당 도로 공급은 13% 정도 낮은 수준입



니다. 또한 교통혼잡비용은 지속해서 증가해 매년 70조 원이 넘습니다. 이는 우리나라 국내총생산 GDP의 3.6% 이상으로, 2022년 국방예산 약 55조 원보다 훨씬 큰 규모입니다. 달리 표현하면 교통체증으로 길에 버리는 돈이 70조 원이나 된다는 의미죠. 단순 계산으로 보면 국민 한 명당 1년에 대략 140만 원 씩 손해를 보고 있다는 계산을 해볼 수 있습니다. 따라서 국내 시도별 도로스톡은 상대적으로 부족해 도심지역은 공간적 제약으로 입체·지하도로 등의 필요성이 대두되고 있으며, 반면 지방지역은 형평성과 직진성 개선 측면에서 우선순위를 고려해 공급하는 것이 바람직하다고 봅니다.

Q_ 도로 이용객 국민 만족도 조사 결과를 보면 점진적으로 성과를 달성하고 있습니다. 어떤 부분에 중점을 두고 국민 서비스 정책을 추진하는지 설명 부탁드립니다.

A_ 도로 이용객 만족도 향상에 가장 중점을 두는 부분은 안전, 쾌적성, 효율성을 꼽을 수 있습니다. 매년 선형 불량 등 위험구간 시설개량, 줄음신퍼 설치, 다차로 하이패스, 전기차·수소차 충전소 설치 등의 사업을 추진하여 도로 이용객 안전과 편의증진에 초점을 맞추고 있

습니다. 이러한 노력으로 도로교통사고 사망자가 2021년에 2천 명대로 줄었으며, 고속도로와 국도에서의 사망자수도 지속해서 감소하고 있습니다. 또한 국민들은 재정구간이나 민자 구간 모두 똑같은 고속도로를 이용하기 때문에 ‘동일 서비스 동일 요금’을 목표로 민자고속도로 사업재구조화와 자금재조달 등을 추진하여 민자고속도로 6개 구간의 통행료를 33~52% 인하하였습니다. 아울러 재정고속도로의 출퇴근, 장애인, 전기차·수소차 등 통행료 감면을 통해 연간 약 3,700억 원의 국민 교통비 부담을 완화하였습니다. 이밖에 도로안전 국민참여단을 운영하여 각 도로관리청에서는 국민 불편사항을 신속하게 해소할 수 있도록 하여 대한민국 도로의 안전을 강화하는 데 효과적으로 기여하고 있습니다. 앞으로도 실제 도로를 이용하는 운전자, 보행자의 안전을 최우선으로 생각하면서 시대 변화에 발맞춰 나가는 도로정책을 중점적으로 추진하겠습니다. 특히 새로운 모빌리티의 도입 등으로 도로 위 운전자, 보행자 안전에 미치는 영향은 시시각각 변하고 있어, 이에 대응하기 위해 PM도로 및 자전거도로 설치 등 다양한 도로안전 환경개선 사업을 추진하여야 한다고 봅니다.



Q_ 미래도로와 친환경 관련 대표적인 사업 몇 가지만 소개 부탁드립니다.

A_ 앞으로 도로에 AI, IoT, 빅데이터 등 최신 기술을 접목하여 미래 환경 변화에 능동적으로 대응할 수 있는 모빌리티 혁신 플랫폼으로서 도로의 역할이 강화되어야 한다고 생각합니다. 이를 위해 자율주행차 등 미래 모빌리티가 향후 도로에서 원활하게 운영될 수 있는 기반을 조성하는 도로시설 디지털 전환사업을 추진하고, 도로시설물의 위치·속성 정보를 담은 도로대장과 각종 도로관리시스템 등을 연계한 국가도로망 디지털 트윈 구축사업도 추진할 예정입니다. 또한, 탄소저감 등 친환경 도로정책을 위해 교통류 스마트 제어 서비스 시범사업, 유희부지 태양광발전 등도 추진하고 있습니다. 친환경차 보급을 확대하기 위해 고속도로, 국도 등에 수소차 충전소와 전기차 급속충전기를 설치하고, 고속도로에서 무정차로 통행료를 낼 수 있도록 하이패스 외에도 번호판 영상 인식 등을 이용한 스



마트톨링 시스템도 지속적으로 설치하고 있습니다.

Q_ 코로나19 팬데믹 이후 산업 간의 장벽이 허물어지며 정보통신 기술의 융복합 산업이 더욱 빨라지고 고도화되고 있습니다. 이와 관련하여 도로국에서는 어떤 점을 대비하고 있는지 궁금합니다.

A_ 국토부 도로국에서도 AI·IoT·빅데이터, 가상·증강현실 등 4차 산업혁명 고도화로 조성된 기술을 기반으로 자율주행차량의 보급이 본격화될 것으로 전망합니다. 최근 제한된 조건에서 자율주행이 가능한 조건부 자동화 단계인 Level 3이 출시되고 있고, 2027년에는 Level 4 자율주행차가 상용화될 것으로 보고 있습니다. 이에 따라 도로 조건(연속류, 단속류), 자율차 조건(Lv.3~5), 교통류 조건(자율차 비율, 서비스 수준 등) 등에 따라 자율주행차가 도로에 요구하는 시설기준이 상이할 것으로 예상되므로, 자율주행 수준에 따라 도로



기능에 따른 위계를 재정립하고, 각 위계별로 도로 레벨을 부여하는 등 도로시설 디지털 전환계획 및 서비스 전략을 수립하겠습니다. 이와 함께 국가도로망 디지털 트윈, 모빌리티 혁신 고속도로 등을 포함하여 전반적인 미래 도로의 청사진을 담은 디지털 국가도로망 종합계획도 수립하여 도로의 디지털 전환을 위한 준비도 차근차근 해나가겠습니다.

Q_ 말씀하신 도로자산 디지털화는 시설물 유지 관리 기반 체계 구축뿐만 아니라 자율협력 주행에 대비하는 중요한 사업입니다. 현재 도로국에서 추진 중인 도로자산 디지털화 사업에 대한 설명 부탁드립니다.

A_ 도로자산 빅데이터화 정책방향을 토대로 도로관리정보 개선과 유지관리비용 절감, 자율협력 주행 등을 도모하기 위한 기반 사업이라고 보시면 됩니다. 우선 도로현황과 시설물 정보뿐만 아니라 교통 변화사항을 빠르고 정확하게 데이터화하기 위해서는 해당 업무를 담당하는 지방국토청, 지자체, 한국국토정보공사 등 공공기관과 도로관리기관 주체 간 일원화된 협력체계를 구축할 필요가 있었습니다. 이에 따라 ‘국가도로망 디지털 트윈 구축’이라는 사업을 올해부터 국정과제로 추진하

고 있습니다. 도로시설물 정보를 관리하는 유일한 법적 장부인 도로대장을 디지털화 하여 전국 도로의 통합공간정보 체계를 구축하는 사업입니다. 예컨대 도로관리주체인 국토교통부나 지자체가 발생시킨 도로 신설, 확장, 개량, 보수 등 변화를 국가도로망 디지털 도지도에 반영하는 작업을 통해 디지털 도지도를 항상 업데이트한다는 것입니다. 그리고 이 정보는 향후 민간이 개발한 도로 변화 정보나 돌발상황 탐지기술 등과 공동 활용할 수 있을 것입니다. 이밖에 노후 교량 및 비탈면에 IoT센서 기반의 상시계측시스템을 설치하고, 고속도로뿐만 아니라 국도에도 ITS 및 C-ITS 구축을 추진하고 있으며, 터널 내 화재 등 위급상황 발생에 대비한 원격제어체계를 마련하는 등 디지털 도로관리체계 구축에 만전을 기하고 있습니다.

Q_ 말씀하신 국가도로망 디지털 트윈 구축 사업 추진내용에 대해 지자체나 엔지니어링사에 서도 관심이 많은데, 자세한 설명 부탁드립니다.

A_ 그동안 고속국도, 일반국도, 지방도 등을 관리하는 도로관리청이 다르고 도로대장 관리 방법과 수준이 상이하여 이를 통합하여 시스



국토교통부가 오는 2026년 10월에 개최되는 제32회 ITS 세계총회를 대만의 타이베이로 제치고 유치했다.

템으로 운용하기 어려운 실정이었습니다. 이에 도로 신설과 변경 시에 도로대장을 표준화된 디지털 규격으로 작성하여 국토교통부에 제출하도록 함으로써 이를 토대로 전국의 도로 정보를 포함하는 통합 디지털 도로대장 시스템을 구축할 방침입니다. 도로국은 2023년부터 세부적인 추진 방안, 제도적 기반 등을 마련하여 적어도 2027년까지 고속도로, 국도, 지방도, 시·군·구도 등을 대상으로 단계적인 디지털화를 추진하고 향후 전국 단위의 디지털 도로대장과 공간정보를 민간에 개방할 계획입니다. 최근에 지자체 대상으로 설명회를 개최했는데, 이를 계기로 도로대장 디지털화 관련 계획을 수립하고 있는 지자체들과 내년 중으로 시범사업을 추진하기로 했습니다. 향후 국가도로망 디지털 트윈의 구축 정보의 개방을 통해 민간의 도로 서비스 신사업

창출 지원으로 이어지기를 기대합니다. 앞으로 국가도로망 디지털 트윈 구축사업을 통해 국민들이 체감할 수 있도록 더 안전하고 편리한 도로서비스를 제공하겠습니다.

Q_ 국토교통부가 국도에 대해서 포장, 교량, 비탈면 등 스마트 도로 관리시스템을 운영하고 있습니다. 최근 들어 지자체에서도 이를 적용하고 있는데, 향후 계획이나 정책이 어떤지 궁금합니다.

A_ 우선 도로망 자산 관리의 주요 이슈는 각 도로관리 기관 간에 도로관리 업무가 서로 달라서 최신 정보 유지에 큰 노력이 필요하다는 점이었습니다. 특히나 지방도, 시·군·구도에 대해서는 지자체 여건에 따라 서로 다른 수준으로 도로 관리시스템을 구축하여 활용하고 있어, 각 시스템의 현황을 중앙에서 파악할 수 있는 체계가 존재하지 않아 통합 관리하기 어려운 실정이었습니다. 이에 따라 국도가 선제적으로 추진한 시설물별 스마트 도로 유지관리시스템을 강원도, 충청권, 경상권 등 지자체에서도 도입하였고, 유지관리 예산 절감 효과와 시설물 수명 연장 등의 구체적인 성과가 도출되어 전국으로 확산할 수 있도록 적극적으로 지원하고 있습니다. 최근에는 주요 교량, 터널, 비탈면 등에 IoT 기반 센서를 설치하여 상시 계측과 원격 제어 시스템을 마련하고 있고, 현재 12개로 관리되었던 도로관리시스템을 하나로 묶어 ‘통합형디지털스마트도로 관리시스템’으로 개편·관리함으로써 효율성을 높이고, 연계되는 정보의 깊이도 고도화할 예정입니다.



Q _고속도로와 대중교통을 연계하는 복합 모빌리티 서비스사업의 하나로 환승시설과 유휴부지 물류시설 구축사업도 활발하게 추진하고 있습니다. 이에 대해 간략히 설명 부탁드립니다.

A _고속도로 영업소와 휴게소 등을 활용하여 교통수단 간 환승이 가능한 복합환승센터를 구축 중입니다. 특히, 승용차·철도·버스·공유모빌리티 등 다양한 교통수단 간의 환승이 고속도로 내에서 자유롭게 이뤄질 수 있도록 현재 중부고속도로 하남 휴게소에 환승형 복합휴게시설 시범사업을 추진하고 있습니다. 또한 화물차 이동이 많은 물류거점 인근의 고속도로 유휴부지를 활용하여 물류시설 구축사업도 추진 중입니다. 이는 고속도로망을 활용해 물류이동 흐름을 혁신하는 스마트 물류센터 구축사업의 일환이라고 볼 수 있습니다. 고속도로 인접부지에 물류시설을 구축하면 물류이동 효율 향상에 더해 대형트럭의 도심내 진입을 억제할 수 있다는 게 장점입니다. 한국도로공사와 고속도로 물류사업의 마스터플랜을 마련해 단기적으로는 고속도로 유휴부지를 활용한 물류시설의 신속한 공급에 나서고, 중·장기적으로는 교통과 물류 결절지역에 광역단위의 거점 물류시설을 구축하는 등 관련 사업을 확대할 방침입니다.

Q _최근 탄소중립기본법 시행에 따라 정부에서 2050년까지 탄소중립을 달성하는 것을 목표로 하였습니다. 특히 도로산업은 수송이나 건설업 등 탄소배출과 많은 관련이 있는데, 도로국에서는 어떤 부분에 주안점을 두고 정책

을 추진하고 있는지 궁금합니다.

A _수송 부문 온실가스 배출량의 95% 이상이 도로에서 발생하고 있습니다. 이에 따라 도로부문에서 온실가스 저감이 시급하며, 특히 화물차는 운행 및 차량 특성상 심각한 온실가스 배출원으로 저감 대책이 시급합니다. 도로에서 발생하는 온실가스 배출량 중 56.3%를 경유차가 배출하고 있으며, 화물차는 93% 이상이 경유 차량으로 노후 차량의 비율도 높습니다. 이에 반해 현재 수송 부문의 저탄소화 정책은 승용차 중심으로 전개되어 화물차 수송 부문은 상대적으로 소외되고 있는 실정으로, 화물차 수송 부문의 저탄소화 정책을 위해서는 수단과 경로 측면에서 접근할 필요가 있습니다. 이에 따라 전기차·수소차 보급과 운행을 위해 고속도로 휴게시설을 거점으로 친환경 차량 충전시설을 확대해 나가고 있습니다. 또한 신재생에너지 발전을 통한 탄소중립 구현을 위해 도로 비탈면이나 녹지대, 유휴부지 등에 태양광발전과 연료전지 등 신재생에너지 생산시설도 확대해 나가고 있고, 지속적으로 국도변 줄임길터, 나들목 주변 유휴부지, 비탈면 등을 활용하여 태양광 발전시설도 건설하고 있습니다. 또한, 각 지방국토청에서 태양광 발전시설 설치과정과 설치 후 관리상황에 대해 지속적 모니터링을 실시하여 안정적으로 운영할 수 있도록 유도할 계획입니다. 도로 건설과정에서도 탄소배출을 감소시키기 위해 아스팔트 콘크리트 포장 시공지침을 개정할 계획입니다. 높은 온도로 가열하여 시공하는 기존 아스콘 포장 대신 가열온도를 낮춰 탄소배출량을 30% 가량 줄인 중온 아스콘 포

장의 활용이 늘어나도록 2021년 10월부터 건설기술연구원과 도로교통연구원에서 관련 연구를 진행 중에 있으며, 연구결과를 토대로 지침을 개정할 계획입니다.

이밖에 고속도로 요금소에서 통행료 납부를 위한 정차 및 재출발에 따라 발생하는 탄소를 줄이기 위해 현재 운영 중인 하이패스시스템 이외에도 자동차 번호판 영상 인식을 통해 무정차로 편리하게 통행료를 납부할 수 있는 스마트톨링시스템을 지속적으로 구축할 예정입니다. 통행료 수납체계, 노선위치를 고려하여 2027년까지 전국적으로 확대하겠습니다.

Q _최근 들어 더욱 심해진 저출산, 고령화, 생산인구 감소 등 지역이 가진 공동문제를 해결하기 위해 지역 간 생활권을 묶는 초광역권에 대한 논의가 지자체에서 활발하게 이루어지고 있습니다. 이와 관련하여 도로국 차원에서 지원하는 사업이나 계획이 있다면요?

A _도로 인프라 측면에서 초광역권을 지원하기 위해서는 유연한 광역교통체계를 구축해야 합니다. 그간 광역권에 대해서는 광역도로, 교통혼잡도로, 광역철도, 광역환승센터 등 대도시 내·외부를 연결하는 망 차원의 계획체계 없이 산발적으로 추진되고 있었는데, 최근 국가도로망 종합계획에서도 밝혔듯이 지역 간 도로망 확충, BRT 운영 등 계획과의 연계를 바탕으로 간선도로~광역도로~시·군도를 연결하는 광역 간선도로망 네트워크를 더욱 강화해나갈 방침입니다. 이에 국토부는 지역 균형발전을 위해 지역, 전문가, 공공기관 등과 함께 균형발전지원단을 운영 중에 있으



이용욱 도로국장이 ITS통합관제센터에서 ITS사업에 대해 설명하고 있다.

며 그 일환으로 충청권, 부울경 등 지자체와 함께 초광역권 협의체를 구성한 바 있습니다. 도로국도 협의체에 참여하여 도로분야에 대한 지역의 요구를 해결하는데 적극 노력 중입니다. 예컨대 부울경 초광역권 협의체에서는 해당 권역 내 주요 도시간 이동성 강화 및 상습지·정체 개선을 위해 고속도로, 국도, 국지도 사업 총 40건을 추진 중에 있습니다. 부울경 외에 다른 초광역권에 대해서도 균형발전과 지역 주민의 삶의 질 개선을 위해 관련 지자체들과 적극 협력하여 지역 도로사업들이 조기에 추진될 수 있도록 적극 노력해 나갈 계획입니다.

Q _많은 국민의 관심사인 경부고속도로, 경인고속도로 지하화 사업 등 고속도로의 입체개발도 국토부 중점사업으로 추진될 예정입니다. 고속도로 지하화 사업은 어떤 장점이 있나요?

A_ 지하고속도로는 도로용량 확대를 통해 극심한 지정체 구간의 혼잡을 해소하고, 주변 도시로부터 도심으로의 접근시간을 획기적으로 단축할 것입니다. 또한, 도로 용량에 여유가 있는 구간은 상부 공간에 대해 지자체 협의체를 통해 시민의 휴식공간을 확대하고, 대중교통 및 환승 서비스 확대를 추진할 계획입니다. 이에 따라 원도심 재생을 촉진하고, 단절된 지역을 연결하며, 주민편의시설 확대와 온실가스 배출량 감소 등 다양한 효과가 기대됩니다. 국토부는 지하고속도로 사업을 통해 국민들에게 출퇴근 시간을 돌려 드리겠습니다. 그리고 도로공간의 입체 개발을 통해 도시재생과 지역 경제 활성화 등 국가 경쟁력도 강화하겠습니다.

Q_ 2023년 본격적으로 고속도로 지하화 사업을 추진하기 위해 도시지역 지하도로 설계지침을 개정했는데, 어떤 부분을 보완했는지 궁금합니다.

A_ 도시지역 지하도로 설계지침 개정작업은 지하 40m 이상 대심도에 건설하는 지하고속도로 건설사업에 필요한 설계·안전기준을 마련하고 있습니다. 화재 시 출동하는 소방차량 높이가 3~3.5m인 점을 고려해 터널 높이는 기존 3m에서 최소 3.5m를 확보하도록 했고, 긴급 통행이 필요한 상황에 대비하기 위해 오른쪽 길어깨 폭을 기존 2m에서 2.5m로 확대했습니다. 주행 안전성 향상을 위해 곡선 구간 주행 시 터널 벽체나 내부 시설물 등에 의한 운전자의 시야 제한을 고려해 최소평면 곡선반지름 기준(100km/h 기준)을 460m에서

1,525m로 확대했습니다. 이밖에도 지하 진입 구간에서 사고 위험을 줄이기 위해 연결로의 최대 경사도를 기존 최대 12%에서 7%로 조정했고, 최근 중요하게 두드러진 지하고속도로의 배수시설은 기존 50년에서 최소 100년 빈도 강수량을 고려해 설계하고 지역별 강우 특성에 따라 상향해 적용할 수 있도록 했습니다.

Q_ 무엇보다 안전한 도로 환경을 조성하여 인명 사고가 나지 않도록 예방하는 것이 가장 중요한 사항입니다. 도로국에서도 안전 관련 추진 사업이 있다면 간략히 설명 부탁드립니다.

A_ 우리나라의 인구 10만 명당 교통사고 사망자는 5.6명('21년)으로 OECD 평균 5.2명('19년)에 못 미치며, 특히 보행자·고령자·이륜차 사망자는 여전히 OECD 최하위권 수준입니다. 또한, 올해부터 시행 중인 중대재해처벌법, 다양한 개인형 교통수단(PM) 도입, 급격한 고령자 증가, 국가도로망 디지털 트윈 구축 등을 고려하면 도로안전에 대한 전면적 혁신이 필요하다고 생각합니다. 이에 생활밀착형 안전 투자를 모티브로 하여 안전 위협 요소를 제거하기 위한 정책을 추진 중입니다. 특히, ITS 스마트 제어 서비스를 통한 운전자 안전 정보 제공, 특수로봇을 활용한 교량과 터널 현장점검 등을 새롭게 진행하고 있습니다. 최근에는 도로협회와 안심도로 공모전도 추진하는 등 도심지 안전한 도로환경을 조성하기 위해서도 노력하고 있습니다. 아울러 도로 안전 취약 구간이나 정체 유발 구간, 사고 잦은 곳 등을 모니터링하여 도로시설물 개량 사업도 지속적으로 추진하고 있고, 화물차 과

적에 대한 처벌도 강화하고 있습니다. 이밖에 보행자들의 안전한 보행환경을 조성하는 소소한 사업들도 다양하게 추진하고 있습니다. 예를 들어 마을이나 학교 인근의 보도 설치, 야간 보행자들을 위한 횡단보도 조명 설치사업, 미끄럼 방지 포장 설치 등의 생활 밀착형 안전 사업들이 있으며, 향후에도 지속적으로 개선 필요구간을 발굴하고 안전 확보를 위한 개선사업을 추진할 계획입니다.

Q_ 도로 관리기관 간의 협의체인 도로교통협의회가 출범된 지 7년이 넘었습니다. 한국도로협회에서 운영하며 지자체 소통창구로 활용되고 있는데, 조언이나 당부사항이 있다면 한 말씀 부탁드립니다.

A_ 향후 10년의 미래도로 비전과 목표, 저출산 고령화, 간선도로망 건설 및 관리 등 도로정책의 기본 틀은 나왔습니다. 현시점에서 우리 도로국과 지자체, 건설사, 엔지니어링사 등 도로분야 종사자 간의 소통과 협력이 중요한 해입니다. 도로협회에서 운영 중인 도로교통협의회를 통해 서로 소통하고 추진해야 할 정책이나 과제가 있다면 함께 협력했으면 합니다. 그리고 각 도로관리기관 담당자는 도로사업의 원활한 추진과 방향을 위해 도로정책, R&D, 건의사항 등이 있다면 언제든지 도로교통협의회라는 창구를 통해 의견을 주셨으면 합니다. 도로국 차원에서도 언제든지 지원해야 할 부분이 있다면 적극 검토하겠습니다.

Q_ 마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A_ 앞으로 도로의 기능은 단순 이동을 위한 목적에서 벗어나 여가나 휴식, 쇼핑, 문화생활 등 창조적인 공간으로 변모할 것입니다. 이러한 교통수단 혁신에 발맞춰 도로 종사자들도 열린 마음으로 함께 해야 새로운 먹거리를 창출할 수 있을 것입니다. 내년에도 인플레이션, 고금리, 중국 경제성장 둔화, 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 글로벌 공급망 교란 등으로 우리나라 경제 불확실성은 더욱 커지고 있습니다. 국토교통부 도로국 차원에서는 도로건설 투자와 예산지원을 위해 노력하겠습니다. 내년 건설경기도 힘든 상황이 예상되지만, 국토교통부는 어떤 위기 상황에서도 추진 중인 사업들이 중단되는 일 없이 최선을 다하겠습니다. 2023년에도 다들 무탈하시고 행복하기를 바랍니다. 감사합니다. 🇰🇷



국토교통부
이용욱 도로국장
이력

국토교통부 이용욱 도로국장은 임실 출신으로, 전일고와 연세대 토목공학과를 졸업하고, 영국 사우샘프턴 대학교에서 박사학위를 취득하였다. 제29회 기술고시에 합격한 뒤 1994년 건설교통부에서 공직을 시작했으며, 국토교통부 기술기준과장, 첨단도로환경과장, 도로정책과장, 새만금개발청 개발사업국장, 개발전략국장, 익산시 방곡도관리청장 등을 역임했다.

도로미세먼지연구단장 한경대학교 김혁중 교수를 만나다



한경대학교 김혁중 교수는 국토교통부에서 5년간 연구비 240억 지원을 받아 도로미세먼지 분야 연구사업을 추진하고 있는 단장이다. 현재 4년차 ‘도로미세먼지 저감기술 및 실증연구(이하 ‘도로미세먼지연구단’)'를 총괄하고 있으며, 최근에는 산업통상자원부 R&D 사업으로 ‘철강산업 부산물의 순환자원 실증연구’ 사업 기획에 초점을 맞추고 철강산업 자원순환 기술 확보 및 도로포장 공법 실증화를 위해 노력하고 있다.

도로미세먼지연구단은 미세먼지 취약지점인 도심지 도로변 미세먼지와 도로포장 전주기 비산먼지를 최대 30% 이상 감축시키는 국민체감형 도로인프라를 구축하는 것을 목표로 하고 있다. 특히, 보행자와 운전자, 스쿨존과 버스존 등 국민생활과 가장 밀접한 관계를 가진 생활 공간에서의 미세먼지와 재비산먼지 저감을 위해 다양한 실증기술과 공법 개발을 추진하고 있다. 한경대학교 김혁중 교수는 1977년생인 젊은 나이임에도 미세먼지 저감기술과 자원 재활용 연구 분야에서 이미 40건의 특허를 보유하고 있는 연구자이다. 최근에는 광촉매 실험실을 운영하면서 건설 재료의 기능성 평가와 신소재 개발에 대한 특허 등록을 마쳤다. 또한 국토교통부, 산업통상자원부, 충청남도, 한국도로학회, 한국건설순환자원학회, 한국콘크리트학회, 한국구조물진단유지관리공학회 등 대외활동을 통해 건설소재 융합 연구의 실증화에 앞장서고 있다.

도로미세먼지연구단 탄생배경

미세먼지 문제는 우리나라를 비롯해 중국, 인도 등 한정적인 지역에서 심각하게 대두되는 사회적 이슈이다. 특히, 전 세계인들의 생명과 안전을 위협하는 지구 공동체의 문제로 시급히 해결해야 할 당면과제 중 하나이다. 세계보건기구 국제 암 연구소는 2013년에 미세먼지를 1군 발암물질로 지정했다. 미세먼지는 PM10(입자의 지름 10 μ m이하)와 초미세먼지 PM2.5(입자의 지름 2.5 μ m이하)로 구분되며, 특히 초미세먼지는 머리카락 두께의 약 1/20 수준으로 알려져 있다. 이처럼 미세먼지로부터 자유로울 수 없는 일상생활로 인해 정부에서는 미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법, 정부합동부처 미세먼지 관리 종합계획 수립 등이 제정되었으며, 이를 기반으로 각 부처와 지자체에서는 미세먼지 저감 정책과 실천 방안을 마련하였다. 이와 관련하여 한경대 김혁중 교수는 2019년 3월 국토교통부 R&D사업으로 ‘도로미세먼지 저감기술 및 실증연구’를 제안하였고, 도심지 도로변 미세먼지 저감을 목표로 깨끗하고 맑은 도시 생활을 영위하기 위한 첫 단추로써 최근 다양한 연구성과를 통해 도로산업에 긍정적인 효과를 선보이고 있다.

연구를 넘어 실증사업으로

국내에서 발생하는 미세먼지는 지리학적인 영향뿐만 아니라 화력발전, 자동차 매연, 타이어와 도로표층 마모 등 많은 요인이 있다. 서울과 같은 대

도시에서는 자동차 도로변 미세먼지 발생량이 전체 미세먼지(PM10) 중 65%, 그 중 질소산화물(NOx)이 57.3%로 가장 큰 영향이 있는 것으로 나타났다. 이에 따라 도로미세먼지연구단은 도로와 도로주변에서 발생하는 미세먼지 저감에 목표를 두고 연구 컨셉을 발굴하였으며, 미세먼지 전구체로써 인체 유해성 입자인 이산화질소를 효과적으로 저감하고 제거할 수 있는 기술과 공법을 개발하고 있다. 특히, 도로변 미세먼지의 30% 이상 감축과 지속 가능한 청정도로 인프라 적용기술 개발을 목표로, 미세먼지 파트에서는 기능성 건설자재를 활용한 취약지점 도로변 미세먼지 저감기술 개발을 담당하고, 비산먼지 파트에서는 도로포장 전주기(생산, 운반, 시공, 유지관리) 재비산먼지 저감기술 개발을 추진 중이다. 김혁중 교수는 “현재 도로주변 스쿨존과 버스정류장 미세먼지 30%, 도로포장 전주기에서 재비산먼지 30% 저감기술 개발의 완성도를 높여 현재 실증화 단계에 진입하였다”고 말했다.

다양한 전문가들이 뭉친 연구단

도로미세먼지연구단은 미래지향적인 연구단체라는 평가를 받고 있다. 토목을 비롯한 화학, 건축, 법 등 기업, 대학교, 연구원 등 총 30개 기관에 종사하는 약 200여 명의 전문가가 함께 하고 있는 대형 R&D 프로젝트이기 때문이다. 각기 다른 분야의 전문가이긴 하지만 도로미세먼지 저감이라



한국도로협회 최지선 실장이 한경대학교 김혁중 교수와 인터뷰하고 있다.



는 하나의 목표는 변함이 없다. 이렇게 다양한 기관들이 모여 함께 연구사업을 추진하니 융복합시대에 걸 맞는 신진 연구단임에 틀림없다. 김혁중 교수는 “스스로 연구단을 융합연구팀이라고 부른다”며, “최근 4차년도 성과평가가 마무리되었는데, 2023년 연구가 종료되는 날까지 성공적인 실증사업을 실현할 것”이라고 전했다.

특별한 연구 목표를 세우다

도심지 도로변의 버스정류장, 인도, 자전거도로는 많은 사람들이 이용하는 공용 공간으로 유해 미세먼지에 노출되는 오픈된 공간이다. 도로미세먼지 연구단은 미세먼지 저감 기술의 현장 적용과 실증화 촉진을 위해 그린월시스템, 하이브리드 버스승강장, 비산먼지 제거 차량 등 3개의 중점 사업화 과제를 선정하여 연구 결과물을 고안해냈다. 특히, 미세먼지 파트 연구에서는 아스팔트 도로포장체의 내부 공용성을 개선해 미세먼지 발생을 최소화하는 공법, 인도 포장체의 최적화 배합과 특수 기능성 코팅을 통한 NOx 저감 기능 탑재, 소형차를 활용한 실시간 이동형 측정 차량과 부유미생

물, 초미세먼지 저감 효율이 높은 첨단 버스정류장 등 연구를 추진 중이다. 비산먼지 파트에서는 도로포장 생산, 운반, 시공, 모니터링 등 건설공사 전 과정에서 발생하는 비산과 재비산먼지의 저감 기술과 공법을 개발하고 있으며, 도로포장 현장에서 적용할 수 있는 장비 개발도 병행 중이다. 도로미세먼지연구단은 이 같은 결과물 모두 실증사업에 활용할 수 있는 연구로 추진하고 있으며, 기술 개발과정부터 현장 적용에 이르기까지 관련 법과 제도, 기준 등을 사전에 검토하여 실제 적용할 수 있도록 기획한 것이 실증 결과물로 입증되고 있다. 또한 연구 결과물에 대한 테스트베드 현장은 실시간 모니터링을 통해 시민들과 공유할 수 있도록 하였다. 김혁중 교수는 “우리 연구단은 이미 지자체에 스쿨존과 버스존 등에 도로미세먼지 저감 소재, 시공기술과 공법, 모니터링 시스템까지 3년 이상 다자간 협업 연구로 테스트베드 현장 실증 검증을 통해 긍정적인 성과를 도출했다”고 전했다.



지자체 실증사업을 통해 연구단 성과를 입증하다

도로미세먼지연구단에서 초점을 맞추는 공간은 도심지 도로변이다. 보행자와 운전자, 학교 주변과 버스승강장 등 국민생활과 가장 밀접한 관계를 가진 공간이기 때문이다. 그동안 연구단은 개발한 기술과 공법의 특허, 논문, 공인시험성적서 등 기술 확립과 테스트베드 평가를 통해 검증과 신뢰도 제고에 초점을 맞췄다. 현재는 4단계 연구의 막바

지 단계를 수행하고 있으며, 충청남도 천안시와 협약을 통해 ‘도심지 미세먼지저감 스마트솔루션 리빙랩 구축사업’ 추진을 계획하고 있다. 최근까지도 연구단은 한국생산기술연구원과 개발한 ‘외기 환경의 변화에 대응하는 정확한 미세먼지를 측정할 수 있는 이동차량 시스템’과 포스코건설과 개발한 ‘비포장도로에서 발생하는 비산먼지 저감용 친환경 소재의 기술’ 등을 대전국토관리청의 충남소

재 도로건설 현장 실증 검증을 실시하여 국책연구사업의 성과 실효성을 검증 받았다. 김혁중 교수는 “앞으로도 도심지나 현장 등 적극적으로 실증사업을 추진해 연구단의 성과를 더욱 빛낼 수 있도록 노력할 것”이라고 전했다.



살아 있는 도시연구실, 리빙랩(Living Lab)

충청남도는 전국의 약 50% 수준의 화력발전소가 운영되고 있고, 지리적으로도 중국의 미세먼지 영향권에서 가장 가까운 위치에 있다. 김혁중 교수는 충청남도 탄소중립위원회 위원으로 활동하며 다양한 지역에 도로미세먼지연구단의 연구 성과를 선보이고 있다. 특히 4차년도에 접어든 연구단은 국내 최초 천안시에 리빙랩(현장실증연구) ‘미세먼지저감기술 시범단지’를 조성하여 실증화 사업을 추진하고 있으며, 미세먼지를 잡는 최첨단 공법을 인도와 차도에 적용해 유해 요소를 제거

하고 모니터링 시스템을 구축해 성과를 검증하고 있다. 실증사업 대상지는 지역 내 유동인구와 차량이동이 가장 많은 천안버스터미널 인근 인도와 차도(만남로 약550m)이다. 우선 1단계 사업으로 2022년 연말까지 미세먼지 측정 모니터링 시스템을 구축하고, 2단계로 2023년 3월부터 천안버스터미널 인근 ‘만남로’에 광촉매를 활용한 도로포장 공사에 나선다. 이후 광촉매 도로포장 전·후 미세먼지저감 효과를 검증할 예정이다. 또한 미세먼지저감과 공기정화기능을 가진 버스정류장과 보행자안전과 방호울타리 기능을 하는 그린월시스템을 설치하고, 협약기간 이후 무상 기증기로 천안시와 협의했다. 천안시는 미세먼지저감 효과 검증 데이터와 시민설문 보고서를 통해 긍정적인 결과가 도출되면 관내 시설에 확대 적용할 예정이며, 도로미세먼지연구단 사업을 통해 ESG경영에도 적극 반영한다는 방침이다. 김혁중 교수는 “도심지 도로 건설공사에서 발생하는 비산먼지와 도로변 미세먼지 저감 기술을 리빙랩을 통해 활용하게 된 점을 매우 고무적으로 생각한다”며, “앞으로도 국토교통부 실증사업과 연계해 지자체의 정책 실효성에 대한 시너지를 높이기 위해 초점을 맞춰 나갈 예정”이라고 말했다.



노력을 인정받다

김혁중 단장은 2022년 올해만 2건의 장관표창을 수상했다. 지난 2월에는 자원순환 기술개발 및 판로지원 공로를 인정받아 산업통상자원부 장관표창을 받았으며, 7월에는 도로교통 건설산업 발전 유공자로 선정되어 국토교통부 장관표창을 받았다. 그동안 김혁중 교수가 2050 탄소중립 실현을 위한 자원 재활용 녹색기술 개발과 도로교통 환

경에서의 저탄소배출 도로포장공법으로 환경문제 해결 노력과 도로산업 발전에 기여한 점을 인정받은 것이다. 이밖에 한국건설순환자원학회 학술상·논문상, 한국도로학회 특별상, 한국건설자원학회 특별상 등을 수상하여 다양한 기관에서도 그 노력을 인정받고 있다. 최근에는 환경부 교육위원으로서 광역지자체 공무원을 대상으로 서울시부터 부산시까지 기후변화 위기에 따른 탄소중립을 위한 녹색제품 구매교육을 담당하고 있다. 또한 재능기부로 생각하는 활동으로써 중소기업의 R&D 진업을 위한 컨설팅 교육, 중소기업과 공공기관의 공동 인증제품 개발과 사용 확대를 위한 사회적 활동에도 적극 참여하고 있다. 지난 20여 년 동안 미세먼지 저감 기술과 자원재활용 연구 분야에서 40개 이상 특허를 보유하고 있는 것이 그동안 노력의 결과물이 아닌가 싶다. 김혁중 교수는 인터뷰를 통해 앞으로의 R&D가 더 기대된





다고 밝혔다. 특히 그는 “2023년 산업통상자원부 기획 R&D인 ‘철강산업 부산물의 순환자원 실증연구’ 사업에 초점을 맞추고 철강산업 자원순환 기술 확보 및 도로포장 공법 실증화를 위한 기획 연구의 성공적 진임을 위해 노력하고 있다”고 전했다.

탄소중립 사회를 위한 플랫폼 역할 추진할 것

김혁중 교수는 기후위기와 변화에 신속히 대응할 수 있는 기술개발의 중요성을 매우 심각하게 인식하고 있다. 그는 미세먼지와 탄소중립 분야 정부 기관, 연구소 및 기업, 학회 및 협회 등 최고의 전문가들이 함께 정책 방향을 모색하고 기술과 공법의 실증을 촉진할 수 있는 플랫폼 전략 기구로써 정부 산하의 재단법인 설립을 위한 새로운 목표

를 향해 도전하고 있다. 김혁중 교수는 “재단설립은 건설과 환경 분야의 공익사업으로 ‘미세먼지, 탄소중립 및 순환자원’에 초점을 맞춘 국내 최고 수준의 싱크탱크 역할을 담당하는데 목표를 갖는다”며, “탄소중립을 위한 정책 발굴, 전 산업의 기술혁신 및 교육기관의 전문가 양성 등을 위해 이 제는 정확한 방향으로 속도를 올리고 실천해야 할 시기”라고 강조했다.

노력은 새로운 도전을 부른다

김혁중 교수는 ‘내가 저 일을 할 수 있을까?’라는 고민이나 걱정보다 ‘내가 진심으로 하고 싶은 일인가?’를 먼저 생각한다고 인터뷰에서 말했다. 하고 싶은 일을 진지하게 고민하면서 기획하고 전략을

도출하는 과정이 그를 평범했던 직장인에서 국토교통부 최연소 연구단장, 최연소 국립대학교 석좌교수로 이끈 게 아닌가 싶다. 학술연구 분야에서 신진 연구자라는 타이틀이 붙은 이유도 단연 ‘연구에 몰두한 결과일 것이다. 김혁중 교수는 “기술이 초래한 환경문제는 다시 R&D로 해결하는 것이 현재 우리가 할 수 있는 최선이자 가장 멋진 일”이라며, “미세먼지와 탄소중립 실현을 위해 열정과 능력이 있는 연구자, 사업가와 전문가들이 함께 지혜와 경험을 공유하는 비영리 공익재단을 설립하는 새로운 꿈을 갖게 됐다”고 밝혔다. 그의 노력에 박수를 보내며, 또 다른 도전을 응원한다. 🇰🇷

김혁중 한경대학교 교수 이력

김혁중 교수는 전북대학교 토목공학과에서 친환경 콘크리트 개발 관련 연구로 박사학위를 취득하였으며, 이후 2010년 금호석유화학에서 건설재료 융합소재와 아스팔트 첨가제 개발 연구를 추진하였다. 2018년부터는 국립한경대학교에서 국토교통부 도로미세먼지 저감기술 및 실증연구단 단장으로 일하는 등 지난 20년 간 친환경 건설소재와 탄소중립 기술 실증화를 위한 다양한 연구활동을 이어왔다. 최근에는 충청남도 탄소중립위원회 위원, 인천공항공사 SOC 심의위원, 국토교통과학기술진흥원 건설교통기술 심사위원, 한국자원순환산업진흥협회 GR인증 심의위원, 한국건설순환자원학회 탄소중립위원장, 한국콘크리트학회 스마트콘크리트위원장 등 대외활동을 통해 건설과 화학기술 융합 연구 실증화 사업과 자원재활용 고부가가치 연구개발에 힘쓰고 있다.

(주)제이에스컴 양재성 부사장을 만나다

“도로뿐만 아니라 철도와 항공분야 안내표지까지 영향력을 확대할 것”
“안전한 교통문화를 만들어가는 강소기업이 될 것”



주식회사 제이에스컴은 옥외 광고업 분야로 시작하여 현재 공공시설물 표지판을 생산하는 전문기업으로 성장해왔다. 빛을 이용한 색변환 시스템을 접목한 표지판, 집광 기능으로 시인성을 향상시킨 집광식 내부조명 표지판, 결로방지 표지판, 회전식지주 등 혁신적인 제품들을 개발하여 국토교통부, 조달청, 중소기업청, 특허청 등 각종 정부기관으로부터 교통신기술, 우수조달물품, 성능인증제품을 인증받은 명실상부 강소기업이다. 제이에스컴은 도로교통 표지판을 비롯하여 각종 시설물 및 안내사인에 이르기까지 다양한 제품을 정부와 지자체, 공공기관 등에 공급하고 있으며 그 기술력과 입지는 점차 확대되고 있다. 한국도로협회에서는 지난 11월 21일에 경기도 광주에 위치한 제이에스컴 본사에서 양재성 부사장을 만나 인터뷰를 진행하였다. 양재성 부사장은 “작은 규모지만 10년 이상 이어온 R&D와 신기술을 동력으로 도로뿐만 아니라 철도와 항공분야 안내표지까지 영향력을 확대하고 있는 중”이라고 말하며, “안전한 교통문화를 만들어가는 강소기업이 될 것”이라고 덧붙였다. 다음은 인터뷰 내용 전문이다.



Q _안녕하세요. 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 도로교통 독자들에게 인사부탁드립니다.

A _안녕하세요. 제이에스컴에 방문해주셔서 감사합니다. 저는 제이에스컴에서 R&D, 기술영업 등을 총괄하고 있는 양재성 부사장입니다.

Q _모르시는 분들을 위해 제이에스컴 회사 소개 부탁드립니다.

A _제이에스컴은 도로 및 철도, 항공 분야의 교통 시설물을 제조하는 회사입니다. 2011년 설립된 이래 한국도로공사, 한국철도공사, 국가철도공단, 국토관리청, 지자체 등 다양한 기관에 교통 시설물을 납품하고 있으며, 조명식 표지판 분야의 선두기업으로 성장해왔습니다. 앞으로도 효율적인 교통기술 선진화에 기여하기 위해 노력하겠습니다.

Q _제이에스컴에서 다양한 교통 시설물을 개발하고 있는데요. 대표적인 기술과 제품을 소개해주세요.

A _네, 우리 제이에스컴의 대표제품은 크게 도로, 철도·항공 분야로 나눌 수 있습니다. 먼저 도로분야에서는 야간과 악천후 시 도로교통표지판의 가장 큰 문제점인 시인성과 가독성의 저하현상을 해결할 수 있는 ‘집광식 내부조명 표지판’ 기술을 보유하고 있습니다. 또한 기상검측센서를 이용한 ‘인공지능형 가변

형 교통표지’, 유지보수 시 차로통제를 최소화 할 수 있는 ‘회전식지주’, 결이식구조와 스크류케미컬 앵커를 이용하여 안전성을 향상시킨 ‘교량점검시설’을 생산 공급하고 있습니다. 이밖에 터널 유도표시등, TG지명표지판, 휴게소 폴사인 등 다양한 도로 시설물을 생산하고 있습니다. 철도·항공 분야에서는 국내 최초로 표시부에 고휘도 반사지를 도입한 ‘집광식 내부조명 안내사인’을 생산 공급하고 있습니다. 이밖에 다양한 시설물을 끊임없이 개발하고 여러 공공기관에 납품하고 있으며 공공기관과 지자체로부터 그 품질을 인정받고 있습니다.

Q _말씀하신 바와 같이 제이에스컴에서는 10년 이상 연구개발과 기술검증 끝에 국토교통부 교통신기술과 조달청 우수조달물품, 성능인증제품, 혁신제품 등을 정부로부터 지속적으로 인증받고 있습니다. 중소기업을 운영하면서 R&D를 추진하고 정부인증을 받는다는 게 쉽지 않은 일일 텐데요.

A _우리 제이에스컴은 교통표지판의 역할을 제대로 해주자는 원칙을 갖고 회사를 설립하고 바로 R&D부터 뛰어들었습니다. 처음에는 바로 매출과 연결되지 않았기 때문에 솔직히 어려웠습니다. 몇 년 동안 연구 노력 끝에 만들어진 게 집광식 내부조명 표지판과 결로저감

형 표지판인데요. 국토교통부로부터 제23호, 제39호로 교통신기술을 지정받은 만큼 그 기술력이 검증된 기술입니다. 다들 경험해보셔서 아시겠지만 고속도로나 자동차전용도로를 운전하다보면 나들목 출구부나 분기점에서 교통 표지판의 역할이 굉장히 중요합니다. 특히 야간이나 폭우, 폭설, 안개가 발생하면 도로표지 시인성이 현저히 떨어져 나들목이나 분기점에서 교통사고가 많이 납니다. 최근 들어 고령 운전자도 많아지고 있는데, 노인들은 빛에 대한 민감도와 동체 시력이 안 좋기 때문에 야간 교통사고 유발구간에 도로표지판, 조명시설 등 대응시설 설치가 더욱 필요한 실정입니다.

Q_ 도로상의 표지판의 시인성, 판독거리가 불량하다면 운전자의 혼란을 초래하고 사고까지 이어질 수 있어 교통표지 제품을 만들고 유지하는 기술은 매우 정밀해야 합니다. 제이에스컴은 집광식 내부조명 표지판과 결로저감형 표지판 개발로 시인성 등의 문제점을 해결한 사례라고 볼 수 있는데요. 타사의 기술과 구별되는 특별한 차이점이 있다면요?

A_ 기술이 정밀해야 한다는 것에 매우 동감합니다. 우리 회사는 도로안전과 직결된 교통표지판을 제조하는 업체로서 한정된 표지판 사이

즈에 정밀한 기술을 집약하기 위해 노력해왔습니다. 특히 집광식 내부조명 표지판은 화면부에 프리즘 집광필름과 블라인드 필름을 적용하여 색의 번짐 현상을 줄이고 표현 문자의 선명도를 높여 운전자의 가독성을 향상시킨 기술입니다. 야간 및 악천후에도 시인거리와 판독거리가 각각 800m, 320m 정도로 비조명식에 비해 약 150~200m를 향상시켰습니다. 또한 주·야간 동일한 색상표현이 가능하며, 정전 시 재귀반사기능을 유지하여 안전운전을 유도하고 있습니다. 결로방지 표지판은 알루미늄판 대신 열전도율이 낮은 유연성 합성수지를 사용하여 표지를 제작하고 있습니다. 결로방지를 위한 별도의 전력이 필요 없는 것이 가장 큰 장점이며, 기존표지 대비 결로 발생율을 약 55% 이상 감소, 소거시간도 약 70%를 단축시켰습니다.

Q_ ‘집광식 도로표지판’은 2017년 8월 교통신기술 제39호로 인증받은 대표적인 제이에스컴의 보유 기술입니다. 어떤 점에서 그 우수성을 인정받았는지 궁금합니다.

A_ 앞서 말씀드린 집광식 도로표지판은 유연성 원단과 재귀반사지 사이에 블라인드 코팅 필름층과 프리즘 집광 필름을 사용하여 도로교통 표지판, 유도표시 등 공공시설 안내표지



한국도로협회 이정윤 실장이 (주)제이에스컴 양재성 부사와 인터뷰하고 있다.

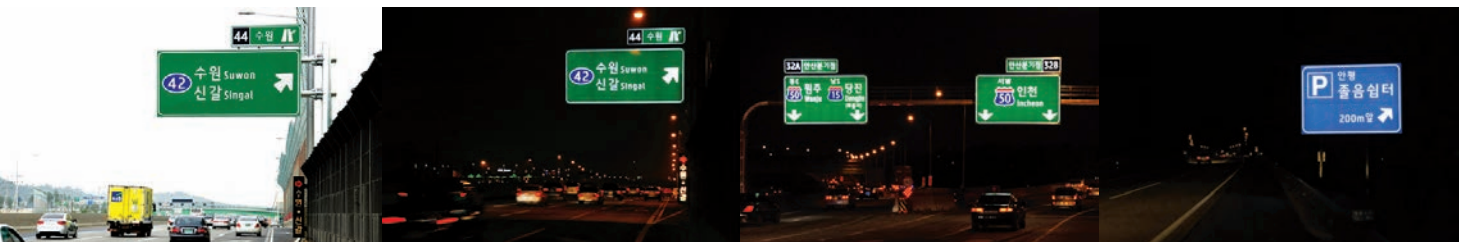


에 사용되는 당사 대표 기술입니다. 본 기술은 도로교통 표지판의 내부 조명으로부터 발광된 빛이 유연성 원단 및 광확산 고강도 투광판, 블라인드 필름층, 집광 필름층 및 문자, 도형 등에 순차적으로 투과하면서 빛의 퍼짐 현상을 감소시켜 표현 문자의 선명도를 높였습니다. 동시에 야간·악천후 및 정전 시에도 표지판의 주목성과 가독성을 향상시키는 표지판 제작 기술과 철도안내사인 적용 시 LED 양면 도광판을 사용하여 집광 조명식의 특성과 절전성을 갖췄습니다. 참고로 유사 제품과 비교하여 약 5% 정도 저렴하고, 철도안내사인으로 사용할 때 현행 기술보다 전력 유지관리비용을 약 30% 이상 절감시킬 수 있습니다. 내후성 및 내구성도 우수해 10년 이상 사용할 수 있습니다. 국토교통부 교통신기술 39호는 국가기관 인증뿐만 아니라 한국도로공사 성능기준에도 적합한 제품이며, 최근 철도안내사인분야까지 그 영역을 확대하고 있습니다.

Q_ 제이에스컴의 표지판은 주로 어느 위치에 설치되나요?

A_ IC, JCT 입·출구점 예고표지, 연결로 분기부 방향표지, 졸음쉼터 안내표지, 기타 교통안전을 위해 필요한 지점 등 다양한 곳에 설치되고 있습니다. 특히 급차선 변경에 따른 교통사고 다발 구간과 졸음쉼터 예고표지 설치로 이용자의 안전한 운전을 유도하고 있습니다. 또한 분기점에서 방향 선택의 혼란으로 급정거하는 차량이 많은데, 추돌사고 위험이 빈번한 지점에 고속도로 차로지정표지판을 설치하고 있습니다. 출구부 경로 혼선을 예방하기 위해 표지판에도 Color Lane을 동시에 입혀 운전자의 방향 선택의 혼란과 급정거 및 급차선 변경을 예방하여 추돌사고 위험을 줄여주고 있습니다.

Q_ 회전식 지주, 가변형 교통안전표지, 스크류케미칼 공법을 이용한 교량점검시설도 납품하여 그 우수성을 인정받고 있습니다. 간략히 소개 부탁드립니다.



A 2020년 도공기술마켓에 등록된 회전식 지주 기술은 지주와 플레이트를 분리하여 회전 기능을 갖춘 표지판 지주입니다. 표지판 유지보수를 할 때, 표지판을 갖길로 회전하여 보수 작업이 가능하여 교통차단을 최소화할 수 있기 때문에 안전하게 유지보수 작업이 가능합니다. 가변형 교통안전표지는 안개, 눈, 비 등의 악천후 시 감지센서에 의한 자동 가변 시스템으로 결로가 자주 발생하고 안개가 매우 짙은 구간, 선형이 좋지 않아 악천후 시 교통사고가 빈번한 구간, 과속을 제한하고 감속을 유도하고자 하는 구간에 설치하고 있습니다. 스크류케미칼 공법을 이용한 교량점검시설은 교량상부에 결이대를 사용한 반결이식 형태의 알루미늄 구조물에 스크류케미칼 앵커를 적용하여 점검시설의 구조적 안전성을 향상 시킨 공법입니다.

Q 말씀하신 기술들의 대표적인 시공사례를 소개해주세요.

A 부산외곽순환도로 건설공사 2공구, 7공구, 10공구, 강릉나들목 개량공사, 중부고속도로 호법분기점, 언양-영천, 상주-영덕, 상주-영덕, 주문진-속초 고속도로, 부산포항선 등 고속도로뿐만 아니라 대전지방국토관리청, 익

산지방국토관리청 등의 전국 국도와 지방도에 많은 시공사례를 보유하고 있습니다. 또한 철도에는 동대구역, 수원역, 수서역, 서대전역, 천안아산역 등에 안내사인 개선 사업에 참여하는 등 다양한 형태의 시공 경력을 보유하고 있습니다.

Q 2022년 10월에 제이에스컴이 조달청으로부터 혁신제품 지정 인증을 받았습니다. 어떤 제품인지 설명 부탁드립니다.

A 말씀드린 집광식 도로표지판을 업그레이드한 제품입니다. 도로 표지판을 철도분야에 접목시킨 내부조명 안내사인 제품이라고 보시면 됩니다. 지난 2017년 3월 SRT 부근 철도 플랫폼 환승구간 설치를 시작으로 서대전역, 천안아산역, 수원역, 동대구역 등 철도와 지하철 플랫폼 사업장에 설치하였습니다. 고속도로에서 제품 우수성을 인정받은 후 철도분야로 제품 영역을 확대하면서 현재 다양한 플랫폼의 승강장에 설치되고 있습니다. 본 제품은 절전을 위한 소등 시에 기존 안내사인 대비 가독성이 우수할 뿐만 아니라 지하 플랫폼 공간적 특성상 화재나 정전 등 사고 발생 시 고휘도반사지에 의한 반사기능으로 이용객이 신속하게 대피할 수 있습니다.



Q 도로산업에 적용된 집광식 표지판 기술이 철도분야 공공사업 기준과 설치 매뉴얼 등이 다르기 때문에 이를 적용하기 위한 여러 노력을 하셨을 텐데요.

A 네, 기존 철도분야 안내사인 매뉴얼 권장사항으로는 우리 기술을 적용하기에 어려움이 있어 지난 2020년 한국철도공사 철도사인 설치 매뉴얼을 개정하는 작업을 추진하였습니다. 이후 한국철도공사 철도사인 설치 매뉴얼 개정내용이 제작설치 시방서에 적용되어 동대구역사, 수원역 등 안내표지 교체공사를 추진한 바 있습니다. 또한 혁신제품으로 지정받아 시범설치 제도를 통해 국내 대표역사인 서울역과 부산역에 2023년 상반기 설치될 예정입니다. 철도분야에서도 제품에 대한 평가가

좋아서 최근에도 계속 문의가 많아지고 있는데, 앞서 말씀드린 조달청 혁신제품으로 인증받아 철도분야 사업 영역 확보에 탄력을 받고 있습니다.

Q 제이에스컴은 지속적으로 R&D 사업에도 적극 참여하고 있습니다. 대표적인 사업 몇 개만 소개 부탁드립니다.

A 우리 회사는 2011년 설립된 이래 많은 국책과제를 수행했습니다. 특히 한국도로공사와 R&D 사업에서는 ‘운전자의 효율적인 안내기법’ 연구와 ‘도로표지판 결로 방지 기술개발’ 등 국책연구에 참여해 특허등록 3건, 교통신기술 2건의 성과를 이뤘습니다. 우리 회사는 전체 사업비 중 연구개발 분야에도 많은 인력과 비용을 투자하고 있습니다. 제이에스컴 기술이 미래 도로시스템의 표준이 되어 세계를 선도하는 기업이 될 수 있도록 노력하겠습니다.

Q 제이에스컴은 국가기관으로부터 신기술과 각종 특허, 혁신제품 지정 등을 인증받은 업체입니다. 이와 같은 기술인증을 한 번이라도 받으려면 많은 예산과 시간을 투자하며 노력해야 합니다만, 그에 따른 매출 효과는 눈에 띄게 크지 않다고 들었습니다.



A 네, 사실 우리 회사도 다양한 기술을 인증받기 위해 상당히 애를 쓰며 노력하고 있습니다. 특히, 교통신기술 인증제도의 취지는 기술개발 고취와 새로운 기술의 활성화를 위해 시행하고 있다고 법규에 나와 있습니다만, 신기술 제품을 개발하고 납품하는 업체로서 몇 가지 아쉬운 부분은 있습니다. 일반적인 국가 신기술은 수의계약 체결이 가능하고 우선구매 제품선정 등의 이점을 적용 받는데, 교통 관련 기술은 발주처에서 가성비만 놓고 따져 교통신기술보다 조달우수제품을 더 선호하는 경향이 있습니다. 이는 신기술 개발업체나 개발자의 의욕 및 기술사용의 활성화를 저하시킬 우려가 있습니다. 제도, 절차상의 이유가 있겠지만 업계의 의견을 수렴하고 이를 조정할 수 있는 적용기준이나 활용 개선책을 마련했으면 합니다.

Q_신기술 인증 정책과 관련하여 개선해야 할 부분이나 추가로 하실 말씀이 있다면요?

A 교통신기술이라는게 국가로부터 인증받는 절차다보니 까다로운 것은 당연한 것이겠지만, 이를 취급하는 업체들이 영세하기 때문에 인력과 예산, 시간 등의 문제로 기피할 수밖에 없는 게 현실입니다. 또한 그 노력에 비해 실상 직접적인 제품판매나 현장적용에 어려움이 있습니다. 물론 건설신기술에 비해 교통신기술의 수요처는 한국도로공사, 국토관리청, 지자체, 한국철도공사, 한국철도시설공단 등으로 써 주는 곳이 한정된 부분도 있긴 합니다. 앞서 말씀드렸지만 국토부 등 관련 기관에서는 신기술을 개발하는 업체와 이를 취급

하는 발주처의 의견을 수렴하여 정부인증 노력이 매출과 정비례할 수 있도록 적절한 개선 방안을 마련해줬으면 합니다.

Q_최근 정부에서도 스마트모빌리티와 같은 혁신과 자율주행과 같은 미래교통에 대한 계획이 지속적으로 발표되고 있습니다. 부사장님께서 미래 교통사업 중 어떤 부분을 주목하고 있는지 궁금합니다.

A 가까운 미래에는 자율주행차, 배달로봇, PM 등의 모빌리티 혁신은 물론, 도로입체개발, 지하도로, UAM 등 새로운 교통산업 혁신에 따른 교통안전 표지판도 필요하다고 봅니다. 우리 제이에스컴은 이런 부분에 주안점을 두고 운전자 또는 보행자 스마트 모빌리티 안내 표지 기술에 대응하도록 국내외 다양한 기술들을 모니터링하고 있습니다. 물론 철도 플랫폼 안내사인이나 고속도로 시설물, 어린이보호구역 증가 등으로 교통표지 관련 수요는 여전하다고 보기 때문에 기존 보유기술과 제품 설치 확대도 항상 염두에 두고 있습니다. 참고로 우리나라에는 약 20만 개 이상의 도로표지, 300만 개 이상의 교통표지와 VMS, 과속카메라가 설치되어 있고, 운전자와 보행자에게 주는 정보전달력 개선을 위하여 점차 고급화되는 추세입니다. 우리가 개발한 신기술들은 기능성과 경제성 면에서 충분한 경쟁력과 능력을 인정받았기 때문에 앞으로 더 확장되리라 봅니다. 앞으로 동남아시아, 중동 등 외국 시장에서의 기술사업화도 추진하여 사업영역을 확보해 나갈 것입니다.

Q_앞으로 제이에스컴의 목표는 무엇입니까?

A 방금 말씀드렸다고 기존 시장의 입지를 다지는 것은 물론 모빌리티 혁신사업, 교통체계 변화 등을 모니터링하여 미래 혁신성장 동력과 함께할 수 있도록 노력할 방침입니다. 또한 해외진출지원 제도를 활용하여 해외사업도 적극 검토할 예정입니다. 예를 들어 수출진흥협회로부터 해외조달시장 진출 유망기업인 G-PASS를 지정받아 요새 뜨거운 사우디와 중동, 동남아 등 해외사업도 도전해볼 계획입니다. 최근에는 고령 운전자, 자율주행, 기상이변 등 급변하는 도로환경에 따라 다양한 통신 및 제어 기술과 융합해 실시간 정보를 제공해줄 수 있는 표지도 개발 중입니다. 이제는 교통 시설물도 시대적 변화를 함께 해야 할 때인 것 같습니다. 열린 생각으로 시대적 변화를 선도해나가는 교통 시설물 개발 업체가 되겠습니다.

Q_마지막으로 하고 싶은 말씀이 있다면요?

A 제이에스컴은 2011년 설립이후 현재까지 교통 표지판을 비롯하여 각종 시설물에 이르기까지 다양한 제품을 관공서에 공급하고 있으며 그 품질과 기술력을 높이 평가 받고 있습니다. 하지만 여전히 기본적인 기술도 갖추지 못하고 원가절감에만 방향성을 둔 업체들이 많다고 생각합니다. 도로나 철도·항공 등에 설치되는 공공시설물은 국민의 안전과 직결되는 중요한 시설물입니다. 가격도 중요하지만 기술과 안전이 우선시 되는 그런 조달문화가 형성되었으면 합니다. 아울러 교통 관련 발주기관에서는 국가에서 인정한 기술과 제



품을 최대한 많이 사용해 주셨으면 합니다. 마지막으로 협회 회원사와 발주처 관계자들이 모일 수 있는 기회가 많지 않은데, 협회에서 다양한 세미나나 모임이 활발했으면 좋겠습니다. 우리 제이에스컴도 우수한 제품 개발을 통해 발주처에게 만족을 넘어 사회발전에 공헌할 수 있는 기업으로 성장할 수 있도록 노력하겠습니다. 어려모로 험난한 2023년 경제 상황이 예상되지만 회원사 관계자 여러분 모두 어려운 상황 잘 이겨내셨으면 합니다. 감사합니다. 🇸🇰

(주)제이에스컴 연혁

2022. 09. 27	조달청 혁신제품 지정 인증(철도안전사고 예방을 위한 집광식 내부조명 안내표지 시스템)
2017. 08. 01	교통신기술 제39호 지정(집광식 내부조명 표지판 및 안내표지 제작기술)
2015. 02. 11	조달청 우수제품 지정 인증
2015. 01. 05	K마크 인증 (PR12015-020, 한국산업기술시험원)
2014. 12. 23	직접생산확인 인증
2014. 12. 01	LH 2014 도시설계기술 경진대회 최우수상 수상
2014. 10. 24	교통신기술 제23호 지정(결로저감용 유연성 합성수지를 사용한 도로표지와 회전식 지주 제작 기술)
2014. 02. 28	(주)제이에스컴 상호변경
2011. 06. 08	법인설립

스태그플레이션(Stagflation) 위기 속의 SOC 투자



염근용 | 한국건설산업연구원 부연구위원

1. 서론

코로나 19의 영향에서 벗어나 엔데믹으로 향한 2022년, 러시아-우크라이나 전쟁, 미국 금리 인상 등으로 원자재가격이 상승하고 경기가 위축되는 등 세계 경제의 불확실성이 증대되었다.

러시아-우크라이나 전쟁은 2월 24일 러시아의 우크라이나 침공으로 시작된 이후 전쟁이 지속되며, 세계경제의 불확실성이 커지고 있다. 한편, 미국은 인플레이션으로 인한 정책금리를 지속적으로 인상하고 있다. 미국의 소비자물가상승률은 지난해 하반기부터 5% 이상을 기록하고 있으며, 2022년 3월 이후부터는 8% 이상의 높은 상승률을 보였다. 이에 따라 3월부터 0.25%p의 정책금리 인상을 시작으로 5월 0.5%p, 6월, 7월, 9월, 11월에 각각 0.75%p, 12월에는 0.5%p 인상하였다.

이런 가운데 우리나라 역시 물가상승이 확대되고 있으며, 경제성장률은 둔화되고 있어 대내외 경제여건이 부정적인 방향으로 흘러가고 있다. 특히,

우리나라의 소비자물가상승률은 2022년 7월 전년 동월 대비 6.3% 상승으로 최대 상승폭을 보인 이후 5%대의 상승률을 나타내고 있다.

이미 해외 주요 국가들은 농산물 중심의 인플레이션인 애그플레이션(agflation)을 겪고 있는 가운데, 긴축정책이 지속되는 경우 세계경기 위축과 더불어 국내 경제가 위축되고 물가는 상승하는 스태그플레이션(stagflation) 상황에 직면할 수 있다.

본 고에서는 스태그플레이션 위기 속에서 적절한 SOC 투자를 통해 경제 선순환 구조를 만드는 SOC 투자의 방향을 모색해 보고자 한다.

2. 국내외 경제여건과 스태그플레이션

2.1 국내경제

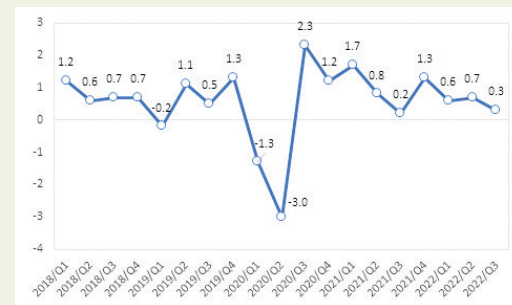
경제성장률은 전기 대비 둔화된 가운데 경기선행지수 순환변동치의 하락세가 지속되고 있어 경기의 위축 가능성은 커지고 있다. 분기 실질경제성장률은 2020년 3분기 이후 둔화세가 지속되고

있다. 경기선행지수 순환변동치는 2021년 6월 101.8p를 보인 이후 지속적으로 하락세를 나타내고 있다.

한편, 경제성장률을 전망하는 주요 기관들은 최근 수정 전망을 발표하면서 기존 2022년 경제성장률을 하향 조정하였으며, 2023년 경제성장률은 2022년보다 더 낮은 수준을 보일 것으로 전망하고 있다.

〈분기 실질경제성장률(전기 대비)〉

(단위 : %)



자료 : 한국은행

〈주요기관의 2022년 경제성장률 전망〉

발표기관 (발표시점)	OECD (2022. 11)	IMF (2022. 10)	ADB (2022. 9)
2022	2.7%	2.6%	2.6%
2023	1.8%	2.0%	2.3%

현대경제 연구원 (2022. 9)	한국은행 (2022. 11)	KDI (2022. 11)
2.5%	2.6%	2.7%
2.2%	1.7%	1.8%

자료 : 각 기관

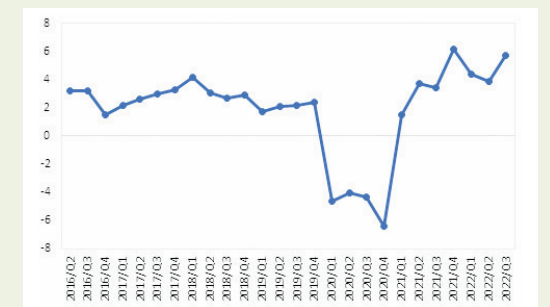
GDP의 구성요소는 소비, 투자, 정부지출, 무역수지로 구성되는 가운데 인플레이션에 대한 대응, 미국의 금리 인상, 환율 상승 등으로 국내 금리의 상승은 당분간 지속될 전망으로 민간의 소비와 투자의 위축이 불가피할 전망이다. 또한, 무역수지 역시 적자를 보여 경제성장률에 있어 정부지출은 다른 어떤 시기보다 중요하다.

올해 민간소비는 대면서비스업을 중심으로 전년 동기 대비 3분기(5.9%)에도 증가세가 이어지고 있으나, 소비자심리지수는 감소세를 이어가고 있다. 투자는 설비투자과 건설투자 모두 전년 동기 대비 1~2분기에 (-)를 기록한 가운데 3분기 들어 소폭 회복하였으나, 건설투자는 2020년 4분기부터 (-)를 기록하고 있으며, 금리상승에 따른 주택시장 위축으로 미분양 주택 증가 및 인허가 실적 감소 등으로 악화되고 있다. 무역수지는 4월(-24.8억 달러)부터 10월(-67.0억 달러)까지 수출액보다 수입액이 더 큰 무역수지 적자가 지속되고 있으며, 적자 폭이 확대되고 있다.

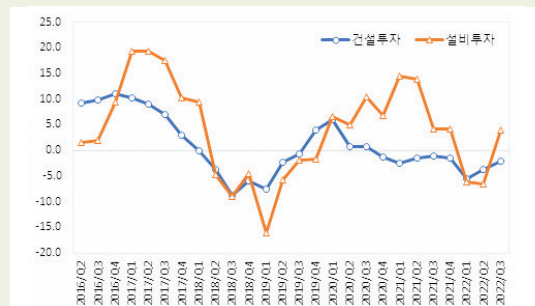
최근 물가상승률이 둔화된 가운데 인플레이션 이후 경기 위축 가능성이 커지고 있으며, 물가상승률 둔화보다 경기 위축이 빠른 경우 스태그플레이션에 진입할 위험성이 여전히 상존하고 있다. 소비자물가상승률은 전년 동월 대비 올해 7월(6.3%)까지 지속적으로 확대되었으나, 7월 이후 둔화되고 있다. 내년도 예산안 총액은 증가하였으나, 생산 활동과 무관한 이전지출 성격의 복지, 교육 등의 예산이 증가함에 따라 실질적인 정부 예산의 증대에 따른 지출 효과는 크지 않다. 정부 예산안은 인플레이션 대응 이후의 경기 둔화에 대한 대응은 미비하다.

〈민간소비〉

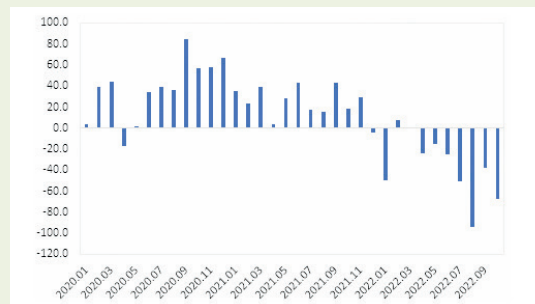
(단위 : %, 전년 동기 대비)



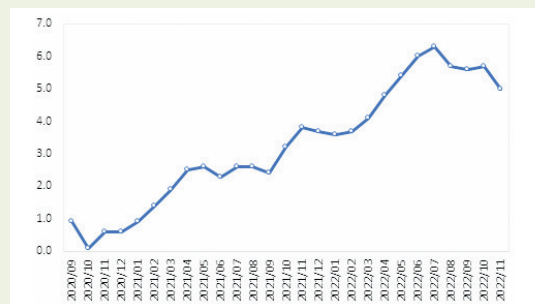
〈건설투자와 설비투자〉 (단위 : %, 전년 동기 대비)



〈무역수지〉 (단위 : 억 달러)



〈소비자물가변동률〉 (단위 : %, 전년 동월 대비)



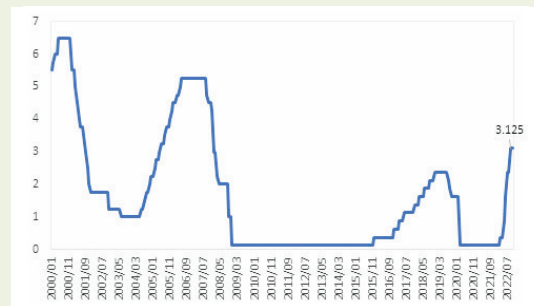
자료 : 한국은행, 관세청

2.2 미국의 금리 인상

미국의 정책금리는 2020년 3월부터 24개월 동안 0.125%를 유지해오다가 2022년 3월 17일 0.25%p 인상을 단행하였으며, 5월 회의에서는 정책금리를 0.75~1%로 0.5%p 인상하고 6월부터 8.9억 달러 규모의 대차대조표 축소에 착수할 계획을 발표하였다.¹⁾

1) FOMC 회의 의사록(2022.5.3~4).

〈월간 미국 정책금리 추이(2000.1~2022.10)〉 (단위 : %)



자료 : 국제결제은행(BIS)

이후 6월, 7월, 9월, 11월에 각각 0.75%p씩 빠르게 정책금리를 인상하였다.

미국의 물가상승은 6월 이후 둔화된 가운데 여전히 높은 수준을 보여 향후 금리 인상의 폭은 둔화될 가능성이 크지만 금리 인상은 지속될 것으로 전망되고 있다.

미국은 2000년대 들어 3번의 금리 인상기를 거쳤으며, 가장 빠른 시기에는 25개월 동안 4.25%p 상승시켰다. 1999.5~2000.6, 2004.5~2006.6, 2015.11~2018.12 등 총 세 번의 기준금리 인상 시기를 겪었으며, 첫 번째 시기에는 총 12개월 동안 1.75%를 상승시켰으며, 두 번째에는 25개월 동안 4.25%, 세 번째 시기에는 37개월 동안 2.25%를 상승시켰다.

과거 금리 인상 시기 중 고물가 시기에 금리를 인상한 후 미국 경제가 침체기에 접어 들은 사례가 존재하며, 2022년은 금리 인상과 연준 자산 축소 등 양적 긴축이 함께 진행되기에 경기 불확실성이 높아질 가능성이 크다. 미국은 대부분 금리 인상 후 경기 연착륙이 나타났으나, 상대적으로 물가상승의 위험성이 큰 금리 인상 시기 이후 미국은 경기 후퇴를 경험한 바 있다.



기존 연구들은 미국의 금리 인상 충격이 자국의 거시경제 변수들에 부정적 영향을 미치는 것으로 분석하고 있다. Christiano et al(1999), Uhlig(2005)는 GDP와 주가에 부정적 영향을 미치고 물가는 하락시키는 것으로 분석하였다. Kim(2001), Ma kowiak(2007), Scholl and Uhlig(2008), IMF(2014)는 전 세계 GDP에는 부정적 영향을 미치며, 다른 나라들의 금리와 미달러 대비 환율은 전반적으로 상승시키는 것으로 분석하였다.

우리나라는 미국 금리 인상 시 실질 GDP는 감소하고 물가는 소폭 상승하나 수출과 수입은 감소하는 것으로 분석된 바 있다.²⁾ 미국의 금리가 1%p 상승하면 우리나라 실질 GDP는 1년 동안 0.52% 감소, 물가상승률은 0.02% 상승, 수출은 0.74%, 수입은 0.71% 감소한다.

2) 황선웅 외(2014.12), “대내외 경제충격의 산업별 파급효과 분석”, 연구보고서 2014-716.

2.3 스태그플레이션(stagflation) 가능성

미국의 기준금리는 최근 급격히 상승하였음에도 불구하고 여전히 상승할 것으로 전망하고 있다. IMF(2022.4)는 미국의 2022년 소비자물가상승률을 전년 대비 7.7% 상승할 것으로 전망한 바 있다. 따라서 미국의 금리 인상은 당분간 불가피한 가운데 금리 인상의 기간과 폭의 정도에 따라 국내 경제에 미치는 영향이 달라질 것으로 분석된다.

현재 경제 여건상으로는 경제성장률은 (+)를 보일 것으로 전망되나, 러시아-우크라이나 전쟁 장기화, 미국의 기준금리 인상 기간 등은 내년도 우리나라의 경제성장률을 0%대 수준으로 둔화시킬 것으로 보여 스태그플레이션 위기가 지속될 것으로 판단된다.

3. SOC 투자의 효과 및 필요성

올해 경제는 엔데믹 등으로 회복세를 보일 것으로 전망되었으나, 러시아-우크라이나 전쟁, 미국 금리 인상 등 경제에 부정적인 대외여건으로 경기둔화 및 침체의 가능성이 커지고 있다. 이러한 상황에서 소비자물가가 오르고 경기가 크게 위축되면 중저소득층이 취약해질 뿐만 아니라 국가경제적으로 스태그플레이션의 위험에 처할 수 있다. 따라서 확장적 재정정책을 통해 스태그플레이션에 대한 선제적 대응이 필요하며, 특히 SOC 투자를 통한 대응이 필요하다.

2016년 'Economic Report of the President'에 따르면 인프라 투자의 효과는 단기와 장기, 수요와 공급 측면에서 다양하게 나타나며 그 중요성을 강조하고 있다.³⁾ 단기 효과는 정부의 투자로 원자재 구매와 노동수요 증가 등이 나타난다. 중·장기적으로는 적절히 투자된 인프라는 경제 전반의 '생산성'을 향상하고 '잠재적 경제성장률'을 제고시킬 수 있다.

교통 인프라는 이용자들의 여행 비용을 낮춰주고 접근성을 증가시켜 여가와 소비를 촉진한다. 기업들은 더 쉽게 제품을 생산하고 판매 네트워크를 갖추어 규모의 경제를 보다 용이하게 실현할 수 있다. 또한, 좋은 교통 인프라는 접근 가능한 인적 서비스의 제공 영역을 넓혀줌으로써 가계와 기업

모두의 제품 생산과 최종 서비스 제공이 더욱 수월해진다.

인프라에 투자의 생산성 향상은 당해 지역뿐 아니라 인근 지역에도 공간적 파급효과(spill-over effect)를 가진다. Tong et. al.(2013)의 연구는 미국의 한 주(州)의 도로 인프라가 1% 증가할 때 당해 주(州)의 농업 생산은 0.03% 증가하고, 인근 주(州)의 농업 생산은 약 0.24% 증가함을 분석하였다.⁴⁾ Chen and Haynes(2015)는 공간적 파급효과에 의해 교통 인프라가 지역 경제성장에 상당한 영향을 미치며, 고속도로가 철도, 공항 등에 비해 국지적인 영향과 파급효과가 가장 큰 것으로 분석하였다.⁵⁾

SOC 예산 증가는 일자리 증가 효과, 특히 사회 취약 계층의 일자리 증가 효과가 커 생산적 복지 차원의 정책과도 부합하는 결과를 가져온다. 정부 재정지출 효과를 분석한 국회예산정책처(2014)⁶⁾ 연구는 SOC 분야의 고용 승수는 0.0219로 타 부문 대비 고용 승수가 가장 큰 것으로 분석된다. 대중교통 인프라 투자는 저소득층의 노동시장 접근을 용이하게 하여 저소득층 고용률 증가에 기여할 수 있다. Kawabata(2003)의 연구에 따르면, 대중교통망 확충이 자동차가 없는 저소득층의 고용률을 크게 증가시켰으며, 특히 이들이 안정적인 정규직 일자리를 가지는 데에 기여한 것으로 분석하였다.⁷⁾ 2018년 미국 대통령 경제정책 자문기구



(CEA)의 보고서는 인프라 투자의 증가는 생산성 및 경쟁력을 높이는 것 외에도 노동수요의 전환을 가져올 뿐만 아니라 실직 가능성이 큰 저학력 노동자의 고용을 촉진하는 효과를 가져올 수 있다고 분석하였다.⁸⁾

또한, OECD, World Bank 등 국제기구에서도 소득 불평등도 완화를 위한 인프라 투자의 중요성을 강조하고 있다.⁹⁾ 인프라 투자와 경제성장률 사이에는 정(+)의 관계가 존재함이 경험적으로

확인되었고, 최근에는 인프라 투자가 소득 불평등 개선과 빈곤 완화에도 효과가 있다는 사실이 확인되고 있다.¹⁰⁾ 또한, 정부 재정에 기반한 지나친 복지지출 확대는 오히려 경제성장을 둔화와 동시에 소득 불평등을 심화시키는 요인으로 분석한 바 있다.¹¹⁾ 이에, 사회복지 정책에 대한 개혁과 더불어, 인프라 공급 확대가 '포용적 성장'(Inclusive Growth)의 핵심적인 수단임을 강조하였다.¹²⁾

3) Council of Economic Advisers(CEA), 2016 Economic Report of the President, February 2016 Chapter 6 "THE ECONOMIC BENEFITS OF INVESTING IN U.S. INFRASTRUCTURE".

4) Tong, Tingting, Tun-Hsiang Edward Yu, Seong-Hoon Cho, Kimberly Jensen, and Daniel De La Torre Ugarte, 2013, "Evaluating the spatial spillover effects of transportation infrastructure on agricultural output across the United States," Journal of Transport Geography 30 : 47~55.

5) Zhenhua Chen and Kingsley E. Haynes, 2015, "Regional Impact of Public Transportation Infrastructure: A Spatial Panel Assessment of the U.S. Northeast Megaregion", Economic Development Quarterly 29(3).

6) 국회예산정책처(2014), 「분야별 재정지출의 소득재분배 효과 분석」.

7) Kawabata, Mizuki, 2003, "Job Access and Employment among Low-Skilled Autoless Workers in US Metropolitan Areas," Environment and Planning A 35(9) : 1651~1668.

8) Council of Economic Advisers(CEA), 2018 Economic Report of the President, February 2018 Chapter4 "Infrastructure Investment to Boost Economy".

9) 한국건설산업연구원(2018), 「소득 불평등과 인프라 투자」, 『건설동향브리핑』 참조.

10) World Bank (2014), 「Infrastructure, Growth, and Inequality : An Overview」 참조.

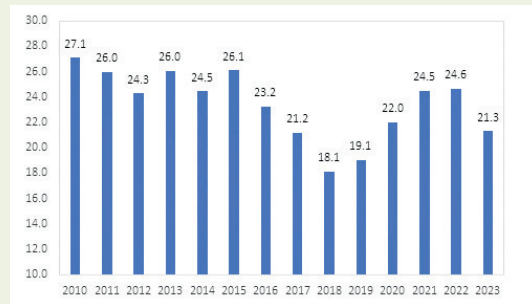
11) OECD(2016), 「The Effect of the Size and the Mix of Public Spending on Growth and Inequality, OECD Economics Department Working Papers」, 1344 참조.

12) OECD(2015), 「Inequality and Inclusive Growth : Policy Tools to Achieve Balanced Growth in G20 Economies, Framework Working Group」 참조.

4. SOC 예산과 Stock

〈정부 SOC 예산 실질가격 추이〉

(단위 : 조 원)



주 : 실질가격은 한국은행 GDP 디플레이터(2015=100)를 사용하였으며, 2022년과 2023년은 물가상승률 전망치 5.1%, 3.6%로 가정함.
자료 : 기획재정부 각 연도 보도자료

2022~2026년 국가재정운용계획상 2023년도 예산안은 재정의 지속가능성 제고 및 지출구조조정 추진 등을 통한 건전재정기조 확립을 위해 총지출 기준 639.0조원으로, 2022년도 예산(607.7조원) 대비 5.2% 증가한 수준이다. 2023년 SOC 예산은 전년 대비 2.6조원 감소한 25.1조원이다. 이를 2015년 기준 실질가격으로 전환하면 21.3조원 수준으로 여전히 금융위기 직후보다 낮은 수준이다. 연평균 SOC 예산은 박근혜 정부(2014~2017)에서 23.9조원(명목가격 기준)이었으나, 문재인 정부 들어 연평균 명목(23.3조원) 및 실질가격(21.7조원) 기준 모두 줄어든 가운데 윤석열 정부의 첫 예산안은 명목가격 기준으로는 이전 두 정부 수준을 상회하고 있으나, 실질가격 기준으로는 하회하고 있다.

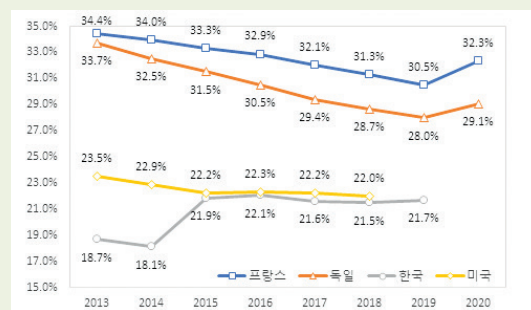
그동안 SOC 투자를 지속하였지만, 여전히 우리나라 SOC 자본스톡은 프랑스, 독일에 크게 못 미치

는 수준이다. 2018년 기준 우리나라의 육상시설(도로, 철도 등)과 항공시설을 합한 SOC 자본스톡은 GDP 대비 21.5%로 프랑스, 독일, 미국보다 낮은 수준이며, 특히 프랑스, 독일과 비교하면 5%p 이상 낮은 것으로 파악되었다.

한편 상하수도 관련 시설을 추가한 우리나라의 SOC 자본스톡은 2018년 기준으로 25.0%로 미국(22.3%)보다 높은 비중을 보이나, 여전히 프랑스 독일보다 낮은 비중을 기록하였다.

우리나라 SOC 투자가 지속적으로 이루어졌으나, 경제가 성장한 정도에 비해 여전히 다른 나라들에 비해 낮은 수준을 보이고 있어 SOC 투자의 확대가 필요하다. 2006년 기준 전체 30개의 OECD 가입국 중 우리나라의 국토계수당 도로보급률(1.51)이 29위로 OECD 가입국 중 상당히 낮은 순위로서, 우리나라의 경제 규모에 비해 여전히 도로 stock의 수준이 낮다.¹³⁾ 도로현황조서에 따르면 2021년은 1.57로 크게 변동이 없는 수준이다.¹⁴⁾

〈GDP 대비 SOC(육상시설+항공시설) 자본스톡의 비중〉



주 : OECD의 인프라 capital stock을 GDP로 나눈 값임.

자료 : OECD, Stat

5. 결론

시차와 미래를 고려하여 SOC 투자는 적정 수준을 유지하는 것이 필요하다. 최근 물가상승률이 소폭 둔화되었으나, 우크라이나-러시아 전쟁, 기후변화에 따른 곡물 가격 변동 등으로 공급 측면의 요인으로 인한 상승세가 발생된 만큼 상승률의 둔화는 한계가 있을 전망이다. 이전 물가수준으로 회복이 쉽지 않은 상황에서 경기 위축 가능성이 커지고 있어 2023년 상반기 이후의 정부 투자가 중요하다. 현재는 물가 상승세를 둔화시키기 위한 통화정책과 공조하여 긴축정책이 필요하나, 내년은 경제 상황이 경기 위축 등으로 급변할 수 있어 지나친 정부의 지출 축소는 경제

환경 변화에 대한 대응 여력 저하가 우려된다. 현재 우리나라의 SOC는 여전히 프랑스, 독일 등의 선진국보다 크게 낮은 수준이다.¹⁵⁾ 2030년에는 준공 후 30년 이상 된 시설물이 급격히 증가할 전망이다. 가운데 노후 인프라에 대한 대응 역시 중요하다. 그리고 지구 온난화 등으로 인한 기후변화로 강수량이 증가하고 있어 자연재난 대응을 위한 인프라의 확충 역시 필요하다. SOC 투자는 그동안 많은 연구에서 경제성장효과, 소득 분배효과 등을 증명한 바 있으며, 기업의 비용 절감과 더불어 생산성을 향상시키고 국민의 삶의 질을 개선하는 만큼 적정 수준의 SOC 투자를 유지하는 것이 필요하다. 🇫🇷

13) 서울대(2013.12), 사회기반시설 투자정책 변천과 정책현안 분석 연구, pp.88.

14) 국토교통부 보도자료(2013.5.29)는 국토계수당 도로보급률 2012년 기준으로 1.49로 분석하였으며, OECD 국가 중 29위로 발표한 바 있음.

15) 엄근용, 2022.5, "스태그플레이션 위기, SOC 투자의 방향", 한국건설산업연구원, 건설이슈포커스 2022-05

정책과 기술 01

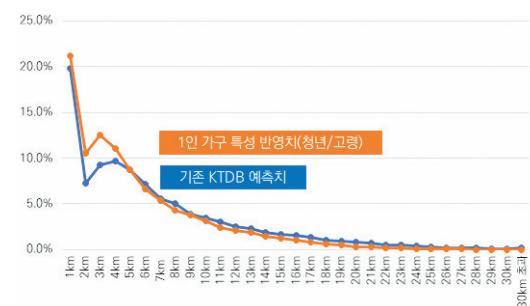
미래 도시교통체계에 대비한 모빌리티 허브 도입 방안

홍상연 | 서울연구원 연구위원

1. 사회경제적 여건과 통행행태의 변화

2040 서울도시기본계획에 따르면 장래 서울은 분산된 거점 중심의 생활권에서 사회·경제활동이 이루어지는 다핵도시로 변화할 것으로 전망된다. 또한, 빠른 고령화로 2040년에는 고령인구가 38% 이상으로 초고령 사회 기준의 1.9배에 달하며, 1인 가구 비중은 전체 가구의 약 37%로 예상된다. 향후 20년간 서울시는 다핵분산화와 권역별 자족기능 강화, 인구 및 가구구조의 큰 변화를 맞

그림 1. 장래 서울시 통행 변화 전망



주: 기존 KTDB 2030년 통행 예측치에 연구진이 서울시의 2016년 대비 2019년의 청년·고령 1인 가구 통행거리 특성 반영하여 산정함.

이하게 될 것이다. 이러한 변화에 따라 통행도 기존 도심 집중에서 공간적으로 분산되고, 고령화와 1인 가구 증가로 통근통행이 감소하여 5km 미만의 여가 및 근린통행이 증가할 것으로 전망된다. 2040년까지 서울의 인구는 낮은 출산율과 신도시 개발로 인한 인구 유출로 인해 지속적으로 감소할 것으로 예상된다. 반면, 수도권과 서울을 연계하는 교통SOC의 확충과 서울을 기반으로 한 업무·통근 통행으로 인해 광역통행 수요는 지속될 것이다. 이에 따라, 서울 내부 통행량은 일정 부분 감소하지만 수도권에서 서울로 유입되는 광역통행량과 1인당 통행발생량은 증가하여 향후에도 서울 관련 총 통행량은 현재 수준이 유지될 것으로 전망된다.

이와 더불어 정보통신기술이 고도화되고 초연결·초지능의 4차 산업혁명시대가 본격화되었고, 이러한 기술발전은 2020년 2월 발생한 코로나19 사태로 이동제약과 모임금지 등 물리적 제약이 발생하는 상황에 재택근무와 원격교육 등 비대면 사회로 빠르게 전환되는 바탕이 되었다. 코로나 발생

이전부터 재택근무와 화상회의, 원격교육은 꾸준히 증가해 왔지만, 코로나19로 인하여 새로운 기술에 대한 수용이 가속화된 것이다. 이와 같은 생활의 변화는 도시의 역할과 주거생활 등 기존의 환경과 방식 등의 대대적인 변화를 앞당기고 있으며, 미래 교통수단도 변화시킬 것이다. 자율주행차(Autonomous Vehicle), 도심항공교통(Urban Air Mobility, UAM)과 도심도 지하공간을 활용한 급행철도(Great Train eXpress, GTX), 광역버스 서비스(Bus Transit eXpress, BTX), 친환경 교통수단(전기·수소차), 개인형이동수단(Personal Mobility, PM)까지 다양한 신교통수단의 도입이 빠르게 이루어지고 있으며, 향후 10년 내 다수의 새로운 교통수단이 상용화될 전망이다.

현재 교통수단 간의 원활한 연계교통 및 환승활동, 상업·업무 등을 복합적으로 지원하는 복합환승센터는 현재 운영 중인 동대구 복합환승센터를 비롯하여 현재 건설 중인 영동대로 복합환승센터와 같은 광역·간선통행 중심의 대규모 시설이다. 하지만 향후 도입될 신규 교통수단과의 연계시설(전기

충전소, 버티포트 등)과 시민 생활방식 변화에 따라 추가적으로 필요한 도시 물류 지원시설에 대한 대비는 미흡한 실정이다.

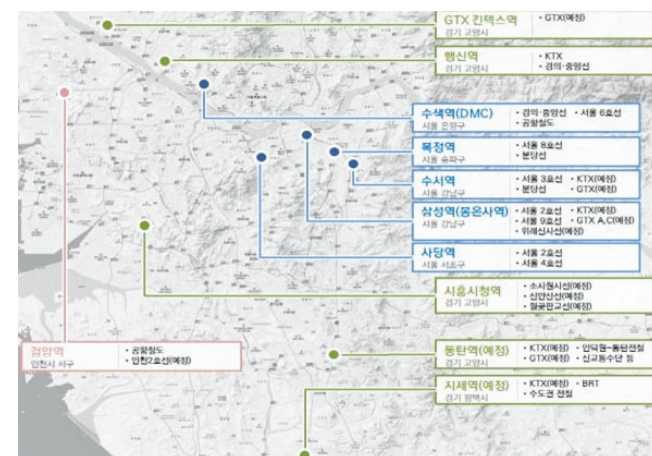
2. 국내외 유사 사례

2.1 국내 사례

도시기반시설은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조 6호에서 정하고 있는 기반시설의 종류에 해당하는 시설로서 이중 도시계획시설은 7개 유형 53종의 기반시설 중 도시관리계획으로 결정된 시설을 말한다. 교통시설은 ‘교통수단의 운행에 필요한 도로·주차장·여객자동차터미널·화물터미널·철도·도시철도·공항·항만 및 환승시설 등’을 말한다. 2019년 기준 서울시에는 86.86km² (8,310km)의 도로와 282개의 지하철역(환승역 중복제외), 11,280개의 버스정류소 등 다수의 교통시설이 있다.

기존 모빌리티 거점시설의 대표적인 사례는 (복합) 환승센터 등 환승시설이 있다. 최근 기술발전과 생활변화에 따라 이동 거점을 대상으로 공공에서의

그림 2. 수도권 복합환승센터 지정 현황



스마트시티 연관 사업, 민간의 주차장과 주유소와 같은 기존 사업의 전환 등이 활발히 추진 중이다.

2.2 국외 사례

국외 환승거점의 주요 사례는 프랑스 라 데팡스역(La Défense - Grande Arche), 스페인 아토차역(Estación de Atocha), 벨기에 안트베르펜 센트랄역, 일본 요코하마시 신요코하마역 등 철도역 중심으로 다양한 교통수단을 연계하고 이와 함께 상업·업무 등 지원시설을 공급하고 있다. 도시 내 주요 교통 결절점을 중심으로 각 수단 이용과 환승 편의 등 연계성이 우수하고 기반시설과 다중 편의시설

을 제공하고 있다.

대표적으로 프랑스 파리의 라 데팡스역은 라데팡스개발청(EPAD)이 시행한 도시개발과 교통시설이 접목된 것으로 업무기능 창출에 주안점을 두고 개발된 경제 지향적인 복합환승센터이다. 고속철도(TGV)와 SNCF(국철), RER(교외철도) A선, 도시철도(Metro) 1번선, 고속버스(A14) 이외 버스 18개 노선 등이 거대한 지하 공간에 연결되며, 사무실과 공원, 주거가 복합된 환경이 구축되어 있다. 이외 국외의 주요 도시별 복합환승센터와 주요 특징은 다음과 같다.

그림 3. 해외 주요 복합환승센터 현황

프랑스 - 라 데팡스역

- 고속철도(TGV), 교외철도(RER), 도시철도(Metro), 고속버스
- 대중교통수단 간 환승거리를 최소화하여 환승편의 제고



스페인 - 마드리드 아토차역

- 지하철(Metro), 철도, 버스, 주차장
- 철도역과 버스터미널을 복합, 식물원 배치로 쾌적한 환경



벨기에 - 안트베르펜 센트랄(Antwerp Central)역

- 택시, 버스, 노면전차, 지하철
- 주차장 없는 대중교통수단 중심 복합환승센터



일본 - 요코하마시 신요코하마역

- 신칸센, JR Line, 지하철, 택시
- 배리어프리 보행동선, 주차장 없는 대중교통수단 중심



일본 - 도쿄 신주쿠역

- 국철, 사철, 지하철 등 16개 노선, 고속버스, 택시
- 신주쿠 테라스시티(Terrace City)와 연계한 역세권 개발



영국 - 런던 킹스크로스역

- 6개의 지하철 노선, 2개의 국철
- 도시계획에서 '중심활동지역', '기회지역'으로 지정



미국 - 뉴욕 펜 역

- Amtrak, 롱아일랜드 철도, 뉴저지 철도, 메트로, 버스
- Empire Station Complex와 연계한 접근성 향상



싱가포르 - 싱가포르 탄종파가역

- MRT, 버스, 택시
- 중심업무지구 내 상업, 업무 및 생활시설 허브화



독일 - 베를린 중앙역

- S반, ICE, 일반열차, 택시
- 5층 규모 역사와 12층 규모 상업·업무시설 구축



미국 - 샌프란시스코 세일즈포스 트랜짓센터

- 광역/도시 철도, 시외/시내버스
- 교통허브 및 중심상업지구로서 옥상공원에 휴게공간 제공



2.3 기존 시설물의 한계

기존 복합환승센터는 제도적으로 국가기간, 광역, 일반 등 위계를 나누어 설치할 수 있도록 되어 있으나 실제 설계지침에서는 국가기간과 광역 등급만을 다루고 있으며, 실제 추진사례 역시 2016년

완공된 동대구역(국가기간)과 현재 건설 중인 삼성역(광역) 등에 집중되어 있어 대규모 시설 중심으로 진행되고 있다.

또한 입지 측면에서 도심, 부도심, 시계 유출입 지점 등 다양한 입지에 복합환승센터를 설치할 수 있

도록 되어 있으나, 대규모의 지역 간 또는 광역 교통시설을 중심으로 추진되다 보니 필연적으로 도심부에 입지할 수밖에 없는 한계를 갖는다. 특히 서울시의 경우에는 내부 교통 거점시설(지하철역, 정류소 등)은 개별 교통수단을 이용하기 위한 단순한 교통 기능만을 수행하고 있어 고밀화된 도시 내 공간을 효율적으로 활용하기에 한계가 있고, 향후 다핵 분산화된 도시 내에서 요구되는 생활지원시설로서의 기능이 부재한 실정이다.

결합되는 이동수단 측면에서도 광역(급행)철도를 중심으로 도시철도, 시내버스 등 대중교통 중심으로 구성되어 있어 중단거리의 통행에 대한 고려가 미흡하다. 이로 인해 First/Last-mile 통행을 위한 다양한 공공·민간의 공유 이동수단과 근시일 내에 상용화가 예상되는 도심항공교통(UAM) 등을 포괄적으로 검토하고 있지 못하는 실정이다.

재원조달 측면에서는 복합환승센터 중 환승지원시설의 상업성을 바탕으로 민간사업자가 주도하는 것을 전제하고 있다. 이에 따라 상업성이 낮은 일반복합환승센터는 실질적으로 고려 대상에서 제외되어 있다. 반면 거주지 인근에서 통행의 시작점이 되는 도시철도역 등은 다양한 First/Last-mile 통행수요가 집중되고 있으며, 보건·문화·체육·교육·금융·행정 등 다양한 분야의 근린 지역 공공 서비스에 대한 수요가 높아 공공성 관점에서 잠재적 활용 가치가 높은 곳으로 판단할 수 있다.

교통 측면에서 복합환승센터는 여객의 환승만을 중심으로 다루고 있는데 대도시권을 중심으로 폭발적으로 증가하는 도시물류 수요에 대한 고려가 부족하다. 2020년 기준 경제활동인구 1인당 택배 이용횟수는 연간 122회로 이는 2019년보다 22.7회(경제활동인구 당) 증가하였다. 이러한 경향은

팬데믹 이후 더욱 빠르게 증가할 것으로 보이며 향후 1인가구 증가와 빠른 고령화와 맞물려 도시물류가 필수적인 도시 서비스의 영역으로 포함될 것으로 보인다.

3. 미래 교통환경에 대비한 모빌리티 허브 도입 방향

모빌리티 허브는 본연의 기능인 다양한 교통수단 간의 연계는 물론, 도시가 다핵화·분산화되면서 더욱 중요해질 생활권 내에서의 시민 생활까지 지원하는 기능 집약적인 도시공간으로 조성될 필요가 있다. 서울 내 추가적인 유희부지 공간의 활용이 어렵기 때문에 기존 도시계획시설을 복합화하는 생활SOC 복합화 사업 등이 추진 중에 있다. 교통시설인 도로, 철도 등은 서울 도시면적의 약 28%를 차지하고 있으며, 특히, 도시철도역과 공영주차장 등은 주요 통행의 시작점이자 사람이 모이는 생활의 공간이 될 수 있기 때문에 그 활용가치가 매우 높을 것으로 판단된다.

현재 출퇴근통행 및 광역통행의 중심지에서 다양한 여가활동 및 단거리통행의 지원 기능을 강화하고 PM, DRT(Demand Responsive Transport, 자율 기반 수요응답형 대중교통), UAM 등 신규 교통수단과 사람의 이동만을 지원하는 기능에서 변화된 생활에 증가하는 도시물류 지원기능까지 더한 복합적인 시설로서 일상생활과 삶을 지원하여야 할 것이다.

서울시 1기 도시철도가 건설되던 당시에는 지상부 횡단보도가 지금처럼 충분하지 않았고 도시철도역사의 지하 1층부는 실질적으로 지하 횡단보도로서의 기능을 담당했다. 지하 2층부는 주로 매표소와

개찰구가 설치되었고, 지하 3층 또는 그보다 더 낮은 층에서야 승하차가 이루어지는 플랫폼이 나타났다. 그러나 최근에는 거의 모든 교차로와 가로구간에도 200m 간격으로 횡단보도가 설치되어 지하 1층은 더 이상 횡단보도의 기능을 하지 않고, 대부분의 이용객이 교통카드를 사용하는 상황에서 지하 2층의 매표소 기능도 실질적으로 사라진 상태이다.

철도역사 지하공간의 활용도가 낮은 것은 대표적으로 1) 도로를 따라 건설되어 지상부와의 수직적 연결이 불리, 2) 당초 이동통로로 설계되어 공간

활용도가 미흡, 3) 지하공간의 대기질 등 환경 문제, 4) 첨두시간에 집중된 이용률 등의 원인을 들 수 있을 것이다. 따라서 향후에 기존 철도 인프라를 활용한 모빌리티 허브를 위해서는 위와 같은 문제들에 대한 기술적, 제도적 개선이 필요할 것이다.

금년 발표된 2040 서울도시기본계획은 서울시 전역에 걸쳐 위계별로 모빌리티 허브를 구축하는 계획을 담고 있다. 도심 및 광역거점에서는 서울 내부와 외부의 연계를 위한 미래 교통과 기존 교통을 연결하는 시설을 도입한다. 또한 교통뿐 아니라 공

〈표 1〉 모빌리티 허브의 유형 및 도입시설(안)

구분	광역/간선			근린
	복합(광역) 환승센터 개선	지역(권역) 중심지형	녹색교통 전환형	
역할 및 기능	광역교통의 효율적 대응, 도시물류 거점	간선통행의 효율적 처리, 지역물류 거점	교통수요관리 (녹색교통수단 활성화 지원)	대중교통 접근성 향상, 근린생활 지원
필수 도입 시설	◆ 환승·충전시설(자율주차장, UAM포트, 전기충전기 등) ◆ 행정·업무·상업 지원시설 ◆ PM 및 DRT 등 연계·관리시설 ◆ 생활SOC 및 물류지원시설(허브·서버터미널, 풀필먼트센터 등)			

그림 4. 수직적·수평적 확장을 통한 입체적 교통체계 구축



자료: 2040 서울도시기본계획(안), 서울특별시

공서비스, 물류, 상업 등 다양한 기능들이 복합적으로 제공되는 지역 거점 모빌리티 허브를 서울 전역에 도입할 계획이다.

특히 도심 내 물류 수요가 급격히 증가할 것에 대비하여 공중, 지상, 지하 등 다차원의 새로운 물류 네트워크를 구축하고 공중 활용을 위한 드론 배송 인프라 조성, 지상부의 물류 로봇 배송, 지하철을 활용한 지하 배송체계 구축 등 ‘공중+지상+지하’를 모두 활용하는 ‘3차원 물류 네트워크’를 구상하고 있다.

4. 기능별 모빌리티 허브의 미래상

4.1 광역·지역중심 모빌리티 허브

광역·지역중심형 모빌리티 허브는 크게 중앙정부의 복합환승센터 추진계획에 미래 교통수단과 서울시민의 생활공간으로서의 기능을 추가 부여하거나, 서울 도시계획과 녹색교통진흥지역 등 교통계획을 고려하여 서울 중심지역에 연계시설을 추가 공급하는 방안이 필요하다. <그림5>는 관련 연구에서 제시한 향후 서울시 내부 모빌리티 허브에

그림 5. 광역·지역중심 모빌리티 허브 구상안



필수적인 시설과 기능, 그리고 위치에 대해 구상한 사항이다.

4.2 근린 모빌리티 허브

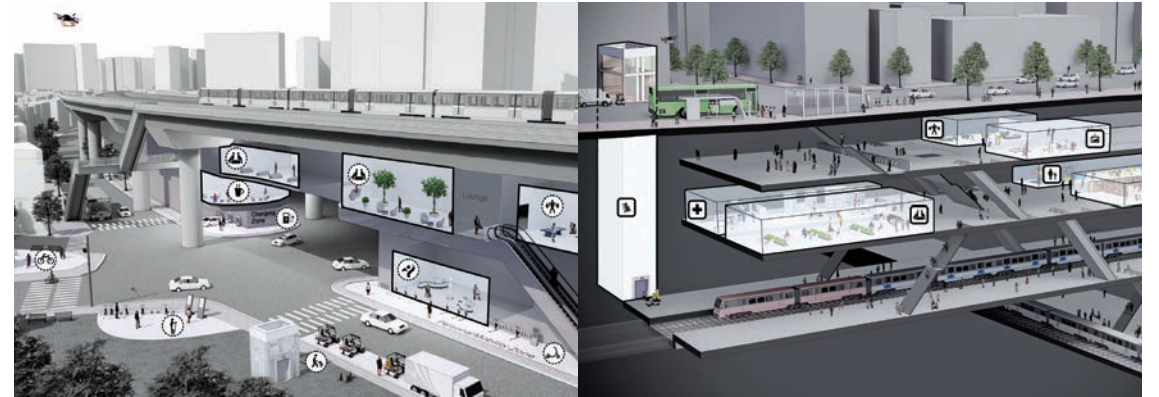
서울시의 도시철도역은 약 300개소로 주요 거점에 고루 위치하고 있으며, 향후에도 신림선, 동북선, 위례신사선 등 근린지역을 대상으로 한 경전철 사업이 추진됨에 따라 추가적으로 증가할 것으로 예상된다. 이와 같이 서울시의 도시철도역은 지역별로 분산되어 있고, 유동인구가 확보됨에 따라 지상구간과 지하공간을 활용하여 생활권 내 부족한 SOC시설과 생활편의시설, 도시물류지원시설이 가능하여 지역 생활권의 거점 역할을 우선적으로 수행할 수 있을 것이다.

5. 결론

과거 도시 내 기반시설인 교통시설은 원활한 통행을 위한 공간으로 조성되어 왔다. 그러나 앞으로는 도시를 구성하는 공공자산으로 본연의 기능이 저해되지 않는 범위에서, 도시 내에서 부족한 시설을

자료 : 서울시(2021), 지속가능한 서울시 스마트 모빌리티 체계 구축방안 연구

그림 6. 근린 모빌리티 허브 구상안



입체적으로 구성하여 일상생활에서 필요한 편의시설을 확충해야 할 것이다. 현재 도시계획시설에 복합적으로 설치할 수 있는 용도는 시설별 조성과 관리를 다루는 개별법에 의해 규정되어 있으며, 기존 시설에서 신규 시설 도입을 위한 기준이나 관리 제도가 부재한 상황이다. 따라서 시설 본연의 기능 유지와 안전성 확보, 공공성이 보장되는 최소한의 용도만으로 허용되고 있다.

향후 서울시에 필요한 다양한 모빌리티 거점시설이 공급되기 위해서는 공공기관뿐만 아니라 민간, 주민 및 시민단체, 관련 전문가 등이 함께 참여하는 시범사업을 통한 실질적 사업 모델 검증이 우선적으로 이루어져야 할 것이다. 또한, 지속적인 사회적·경제적 관심 제고, 사업 다각화 등 기존 법제도를 보완하고 이동과 생활의 거점에 다수의 모빌리티 거점시설을 확충하여 미래 서울시 교통체계를 재정비하여야 한다. 

참고자료

1. Shared-Use Mobility Center
(<https://sharedusemobilitycenter.org/>)
2. 미국 San Diego 중앙 모빌리티 허브
(<https://sandag.org/CentralMobilityHub>)
3. Shared Use Mobility: European Experience and Lessons Learned, Federal Highway Administration, 2018
4. 네덜란드 Utrecht 중앙역 사례
(<https://bicycledutch.wordpress.com/2019/08/20/finally-fully-open-utrechts-huge-bicycle-parking-garage/>)
5. 지속가능한 서울시 스마트 모빌리티 체계 구축방안 연구, 서울특별시, 2021
6. 서울시 스마트 모빌리티 거점시설 도입 방안, 서울연구원, 2022
7. An ecosystem approach to reducing congestion, PwC, 2019
8. 2040 서울도시기본계획(안), 서울특별시, 2022

정책과 기술 02

비법정도로(사실상의 도로)의 정비와 관리 강화에 대해서

이은형 | 대한건설정책연구원 연구위원

1. 들어가기

도로(道路)의 사전적 의미는 사람이나 차 등이 다닐 수 있도록 만들어진 비교적 넓은 길을 뜻한다. 사회통념은 이때의 도로를 당연히 국가가 소유하고 관리하는 것으로 인식한다. 그도 그럴 것이, 특히 도시에 사는 사람이라면 흔히 접하는 것이 1개 건축물의 필지정도이고, 대단지 아파트를 보더라도 사유지상의 도로라는 것을 별도로 인식하는 일은 흔치 않기 때문이다

그런데 우리가 사는 현실에서는 법적으로는 도로

가 아니지만, 지름길이든 어떤 이유로든 통행하다 보니 길이 된 사례들이 존재한다. 농촌 등지에서는 마을사람들의 생활이 편하도록 누군가가 자신의 땅을 통행로로 허락한 이후로 모두가 자연스레 도로로 인지하고 사용하게 된 것이 드물지 않다.

도로의 종류는 다양하다<표 1>. 크기도 작은 골목길부터 차량통행이 가능한 규모까지 여럿이다. 실제로 존재하는 도로도 있고 만들어질 예정인 도로도 있다. 지적도상에서 엄연한 도로로 되어 있을 수도, 전혀 다른 지목으로 등재되었을 수도 있다.

특히 건축물을 짓기 위해서는 대상지가 도로에 접

<표 1> 도로의 종류

종류	내용
건축법상 도로	대지의 2m 이상이 4m도로에 접하는 도로(연면적 2,000㎡시 너비 4m 이상 4m).
관습법상 도로	법정도로와 비법정도로를 모두 포함. (관습법상의 도로는 폐쇄불가 원칙, 수용시 보상액은 인근 토지평가보다 통상 낮게 적용)
소유권에 따른 도로	· 사도 : 소유자만이 사용 및 관리, 폐쇄 가능, 타인사용시에는 소유자 승낙이 필요 · 공도 : 국도 등 누구나 사용할 수 있는 도로
도시계획도로	도시계획구역 내의 주요 도로(기존 지방도로와 국도 등과는 별개 시안)
지적도상 도로	지적도상에서 지목이 도로로 표기된 토지
도로법에 의한 도로	차도, 보도, 자전거도로, 터널, 교량, 육교 등
규모에 따른 도로	도로의 폭에 따른 구분(광로, 대로, 중로, 소로)

<표 2> 서울시 장기미집행시설 중 도로 현황

개소			규모(㎢)			보상비(사유지, 공시지가, 억원)		
계	서울시	자치구	계	서울시	자치구	계	서울시	자치구
1,280	29	1,251	11.66	1.98	9.68	22,515	4,517	17,998

자료 : 서울연구원(2021)

해야만 하는데 때론 이를 둘러싸고 분쟁이 벌어지기도 한다.

본 고에서 살펴볼 것은 2022년의 국정감사에서 이슈로 다뤄진 ‘비법정도로(사실상의 도로)’인데, 이는 법률 규정에는 없으나 현실에서는 도로로 사용되는 사도(私道), 현황도로, 농로 등을 뜻한다. 일반적으로는 도로를 구성하는 토지의 일부 또는 전부가 민간의 소유이며, 지목상의 대지가 아닌 경우도 많다. 비법정도로가 문제가 되는 것은 대개 소유자가 재산권을 행사하려는 과정에서 발생한다. 서울시의 경우에는 장기미집행시설인 도로가 한 예시이다<표 2>.

2. 비법정도로의 현황

2.1 전국적으로 산재한 비법정도로

국토연구원이 국내 주요 도시를 대상으로 추정한 비법정도로의 면적은 도시별로 전체 도로면적의 5.0%~27.1% 수준에 달하는 것으로 집계되었다<표 3>. 이 때 설정된 ‘사실상 도로의 범위’가 ‘실제로 이용되고 있는 도로 중 사유지 내에 위치한 비법정도로(협의로는 지목상 도로가 아닌 곳)’라는 점을 감안한다면 이는 사회적으로도 무시할 수 없을 정도의 규모이다.

이런 현황은 비법정도로가 법률상의 도로와 달리

<표 3> 비법정도로(사실상 도로) 면적 추정치

(단위 : 1,000㎡)

지역	전체 도로면적(a)	국·공유지 도로 면적(b)	사유지 도로 면적				
			계(c)	사유지 법정도로 추정치(d)		사유지 비법정 도로 추정치(e)	
				지자체 자료(d1)	일정비율 (d2)	지자체 자료(e1)	일정비율 (e2)
서울	91,248 (100.0%)	82,756 (90.7%)	8,492 (9.3%)	407 (0.4%)	3,599 (3.9%)	8,085 (8.9%)	4,893 (5.4%)
인천	92,984 (100.0%)	82,144 (83.3%)	10,840 (11.7%)	1,133 (1.2%)	3,667 (3.9%)	9,707 (10.4%)	7,173 (7.7%)
대전	11,467 (100.0%)	9,646 (84.1%)	1,821 (15.9%)	64 (0.6%)	447 (3.9%)	1,757 (15.3%)	1,374 (12.0%)
대구	2,625 (100.0%)	1,907 (72.3%)	718 (27.4%)	6 (0.2%)	102 (3.9%)	712 (27.1%)	615 (23.5%)
광주	42,129 (100.0%)	38,029 (90.3%)	4,101 (9.7%)	227 (0.5%)	1,662 (3.9%)	3,874 (9.2%)	2,439 (5.8%)
울산	38,697 (100.0%)	33,960 (87.8%)	4,737 (12.2%)	70 (0.2%)	1,509 (3.9%)	4,667 (12.1%)	3,228 (8.3%)
부산	65,702 (100.0%)	59,812 (91.0%)	5,890 (9.0%)	2,591 (3.9%)	2,591 (3.9%)	3,299 (5.0%)	3,299 (5.0%)

자료 : 국토연구원(2022)

실생활에서의 필요에 의해 자연스레 등장했다는 점을 감안하면 이해가 용이하다. 대부분의 비법정도로는 도시가 형성되는 과정에서 신도시처럼 구획이 형성되지 않고 개별 필지별로 건축물이 들어서면서 만들어진 것으로 봐도 무리가 없을 것이다.

2.2 서울의 비법정도로 현황

서울연구원의 자료는 더욱 세부적인 현황을 보여준다. 약 1천만 명의 인구를 보유하고 25개 자치구로 구성된 서울에서도 비법정도로의 면적은 상당한데, 각 자치구의 인구가 수도권의 어지간한 시단위에 뒤지지 않는다는 것을 감안하면 체감정도는 더욱 크다.

그림 1. 서울시 자치구별 도로율

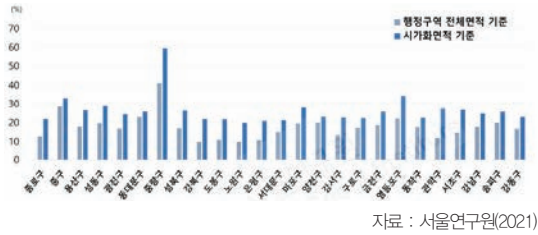


그림 2. 서울시 자치구별 도로면적 중 지목이 도로가 아닌 도로면적의 비율

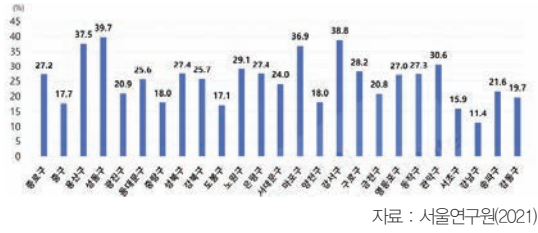


그림 3. 서울시 자치구별 도로면적 중 사유지 면적 비율



〈그림 1〉은 서울의 각 자치구별로 전체 면적 대비 도로의 비율을 보여준다. 이들 도로면적 중에서 지목상의 분류가 ‘도로’가 아닌 면적의 비율은 자치구에 따라 11.4%~39.7%에 달한다〈그림 2〉. 그리고 도로의 소유주체가 민간, 즉 사유지인 면적의 비율은 자치구에 따라 2.7%~20.8%로 편차가 큰데〈그림 3〉, 그 내용을 들여다보면 중심상업지구나 도시계획에 따른 구획이 형성된 곳일수록 사유지 비율이 낮은 것으로 판단할 수 있다.

이와 관련해서는 사유지 비율이 높을수록 소유자가 해당 토지를 개발한다거나 도로로 사용되는 토지의 사용료를 받으려는 등 재산권을 행사하려는 상황과 함께 분쟁발생의 여지가 높을 것으로 추정해도 무리가 없을 것이다.

3. 비법정도로의 문제점

3.1 끊임없는 비법정도로와 관련된 민원과 소송

일반적으로 비법정도로는 공공이 도로로서의 기능을 유지하고 향상하는 대상이 아니다. 때문에 시간 경과에 따른 노후도는 물론 천재지변, 또는 안전사고가 발생하더라도 관련 처리가 원활하게 이루어진다고 보기는 어렵다.

비법정도로는 주거지역의 생활도로로 기능하는 경우가 많기에, 도로의 정비나 관리가 적절하게 시행되지 못한다면 사고로 이어질 가능성을 배제할 수 없다. 가령 장마철에 폭우로 인해서 도로 일부가 물에 잠겨 파손되었는데도 제때 복구되지 못한다면 이용자 입장에서는 생활의 불편함과 더불어 잠재적인 안전사고의 가능성이 공존하게 된다. 만약 공공이 비법정도로에 우수관 등의 시설물을 설치한다면 그것은 그것대로 토지소유자가 동의하지

않는 사안일 수 있어, 소유자가 토지사용료를 청구하거나 더 나아가 토지매수를 요구할 수도 있다. 비법정도로와 관련된 통상적인 민원의 대부분은 여기서 발생하며, 일부 악의적인 소유주체가 통행을 방해하는 등의 민원비율은 상대적으로 미미하다〈표 4〉.

비법정도로와 관련한 소송은 민원의 연장선으로

판단하면 무리가 없을 것이다. 완료된 소송건수를 살펴보면 지방에서는 화해권고로 종결되는 비율이 적지 않으며 판결까지 가더라도 승소를 장담하기는 어려워 보인다. 반면 서울에서는 완료된 소송건수도 많고 절반에 가까운 승소율을 보이며, 진행중인 소송건수도 역시 서울이 압도적으로 많다.

〈표 4〉 주요 지역의 비법정도로(사실상 도로) 관련 민원 수(2019~2022년)

(단위 : 건)

지역	서울	지역주민			토지소유자	
		통행방해 신고	안전사고 배상·예방	관리·정비 요청	시설설치 이의제기	토지비·매수요구 등
서울	685(100.0%)	8(1.2%)	2(0.3%)	598(87.3%)	11(1.6%)	66(9.6%)
인천	44(100.0%)	2(4.5%)	2(4.5%)	26(59.1%)	2(4.5%)	12(27.3%)
대전	13(100.0%)	2(15.4%)	1(7.7%)	6(46.2%)	2(15.46%)	2(15.4%)
대구	145(100.0%)	2(1.4%)	0(0.0%)	139(85.9%)	1(0.7%)	3(12.0%)
광주	9(100.0%)	2(22.2%)	0(0.0%)	3(33.3%)	1(11.1%)	3(33.4%)

자료 : 국토연구원(2022)

〈표 5〉 주요 대도시의 비법정도로(사실상 도로) 관련 소송 수

(단위 : 건)

지역	완료된 소송(2019~2020년)					진행중 소송 (2021년)
	계	승소	패소	화해권고	기타	
서울	205(100.0%)	99(48.3%)	54(26.3%)	33(16.1%)	19(9.3%)	175
인천	8(100.0%)	0(0.0%)	6(75.0%)	2(25.0%)	0(0.0%)	7
대전	3(100.0%)	0(0.0%)	2(66.7%)	1(33.3%)	0(0.0%)	0
대구	13(100.0%)	4(30.8.0%)	1(7.7%)	3(23.1%)	5(38.5%)	13
광주	48(100.0%)	3(6.3%)	2(4.2%)	22(45.8%)	21(43.8%)	20
부산	88(100.0%)	36(40.9%)	22(25.0%)	17(19.3%)	13(14.8%)	35

자료 : 국토연구원(2022)

3.2 소유주의 재산권 행사에 따른 분쟁사례 예시

비법정도로는 넓은 면적(공터 등)일 수도 있고 작은 토지(골목 등)일수도 있다. 때문에 기존에 도로로 사용되던 토지의 소유자가 해당 토지에 새로이 건물을 짓거나, 인근 주택의 거주자 등 이용자에게 토지사용료 또는 토지매수를 청구하는 경우를 우리 주변의 예시로 들 수 있다. 일반인이라면 오랫동안 주민들이 도로로 사용한

토지는 지자체 등이 법정도로로 바꾸는 것이 타당하다고 생각할 것이다. 그렇지만 건축법상의 도로 지정은 원칙적으로 소유자의 동의가 필수적이기에, 토지소유자가 비법정도로의 면적을 포함해 건축물을 짓는 식으로 활용하고자 한다면 어떤 식으로든 분쟁이 발생할 수 있다. 도로 이외로는 활용이 어려운 자투리토지라고 해도 분쟁의 여지가 없는 것은 아니다. 간혹 뉴스기

사로 등장하는 것처럼 정매를 통해 악의적으로 비법정도로를 토지로 매수한 사람이 도로의 통행을 제한하면서, 비법정도로를 이용할 수 밖에 없는 주민들에게 높은 가격으로 토지매수를 요구하는 것이 한 사례이다. 이는 주위토지통행권(민법 219조)과 관련된 사안이기도 하다.

4. 사회적 대응방안

4.1 비법정도로의 현황자료를 체계적으로 구축하고 관리

원론적으로 비법정도로의 문제를 해결하는 궁극적인 방법은 모든 비법정도로를 국가가 매입하는 것이지만, 현실에서는 예산 등의 문제가 난관으로 작용한다. 때문에 현실적으로 가능한 방안은 비법정도로의 현황자료를 체계적으로 구축하고, 이를 기반으로 삼아 비법정도로의 매입을 꾸준히 실행하는 것이 적절할 것이다. 이는 미래시점에서 개별 비법정도로가 법령상의 도로로 지정되어 공공의 정식 관리나 보상 등이 이루어질 때까지는 현황과 악에 중점을 두어야 한다는 의미로도 받아들일 수 있다.

4.2 비법정도로 관련 제도의 보완

(1) 특별법 형태의 신규 법령 도입

관련 연구들에 따르면 도로법 등 기존의 법령으로는 비법정토지의 특수한 성격과 개별 상황에 맞춰 적절하게 다루는 데는 한계가 있으므로, 별도의 법령을 만드는 것을 해결방안의 하나로 제시하는 경우가 적지 않다. 이는 비법정토지가 특히 구도심의 성장과정에서 건축물들의 틈새나 사이사이에 자연스럽게 만들어졌고, 필지분할이나 지목 등도 도로에

맞춰 이루어지지 않았다는 점 등에 기인한다. 때문에 비법정도로가 가진 여러 사안을 용이하게 극복할 수 있도록, 도로의 지정과 정비, 토지매수와 보상 등을 모두 포함하는 내용의 신규 법령을 검토하는 것도 충분한 설득력을 갖게 된다.

(2) 조례와 건축법 등 기존 법령을 보완·적용(예시)

도시계획법 등에 따른 법률상의 도로는 도로예정지인 토지에 대한 강제수용 및 보상에 필요한 근거가 마련되어 있다. 반면 비법정도로에 공공이 개입하기 위해서는 별도의 도로지정이 필요하며, 이때 원칙적으로는 해당 토지의 이해관계자가 동의해야 한다. 그렇다면 법률상의 도로와 유사하게, 비법정도로의 토지소유자가 동의하지 않더라도 도로지정이 가능토록 하는 방안을 고려할 수 있다.

가령 현행 건축법(제45조)에 따르면 주민이 장기간 통행로로 이용하고 있는 사실상의 도로로서 당해 자치단체의 조례로 정하는 것은 이해관계인의 동의가 없더라도 건축위원회의 심의를 거쳐 도로를 지정할 수 있다(예상되는 민원 등을 감안하면 실무적으로는 이것조차 쉬운 일은 아니다). 적용범위의 편차가 있긴 하지만 이미 일부 지자체가 유사한 내용의 조례를 제정한 것으로 알려져 있으므로, 이를 일종의 규격화된 조례처럼 확산시키는 것도 고려해 볼 만 하다. 이때는 법률상의 도로에 적용되는 것처럼 토지소유자에 대한 보상과 적용기준을 명문화해서 분쟁의 여지를 사전에 방지해야 하며, 이는 타 법령의 것을 상당부분 준용해도 무리가 없을 것이다.

4.3 건설과 개발 등 지역경제로의 연결가능성 인식

비법정도로가 문제시되는 주된 상황의 하나는 건

축물을 짓는 등 해당 토지를 개발하려고 할 때이다. 소유주는 재산권을 행사하려는 목적이므로 건축허가를 신청하면서 이를 기속행위로 해석하지만, 해당 비법정도로의 토지가 사실상의 현황도로로 쓰이는 상황에서는 관할 관공서가 공익상 필요를 이유로 건축허가를 거부하는 등의 분쟁이 발생한다. 이런 경우는 통상 국토계획법상의 개발행위가 아니므로 재량행위로 판단되기도 어렵다. 따라서 건축 등 원활한 개발행위를 저해하지 않는다는 측면에서도 비법정도로의 관리는 필요한 사안으로 판단할 수 있다.

개발행위가 아니더라도 비법정도로가 제도권으로 유입되면 그때부터 도로의 유지보수 등은 공공의 책임으로 넘어오고, 이는 규모와 무관하게 지역업체들의 일거리창출로 자연스럽게 이어진다. 그렇다면 지역경제에도 긍정적으로 작용할 여지가 있다.

5. 마무리

지금까지 살펴본 비법정도로에 관한 사항들은, 궁극적으로는 시민들이 이용하는 사실상의 도로를 가급적 공공의 적절한 관리하에 두고 이용상의 불편이 초래되지 않도록 하려는 목적을 갖는다. 그리고 이를 위해서 필요한 것이 현황자료의 체계적인 구축·관리와 관련 제도의 보완이었다.

구도심을 포함한 도시의 역사가 길어질수록 전면적인 정비사업 이외에는 이용자들의 불편없이 비법정도로를 감소시킬 방안을 찾기가 쉽지 않다. 뿐만 아니라 필지 단위의 재건축도 주거환경 등의 개선을 위해서는 꼭 필요한 사안이고 이때도 비법정도로가 문제시될 수 있어 공공측면에서의 선제적 대응은 필수적이라고 할 수 있다. 비법정도로를 둘

러싸고 발생하는 분쟁으로 인해 소요되는 불필요한 사회적 비용도 가능하다면 줄이는 것이 바람직하기 때문이다.

만약 우리 사회가 유도한 방향으로 비법정도로가 점점 공공이 정비하고 관리하는 제도권으로 유입되면, 그만큼 자연스럽게 도로의 유지·보수같은 관련 업무들이 이는 지역 업체들의 일감이 되면서 적은 규모라도 지역경제에는 긍정적으로 작용할 여지가 발생한다.

때문에 주위토지통행권, 도로의 원활한 정비, 도로점용에 따른 공공의 부당이득과 반환, 토지매수와 보상 등 여러 문제들이 얹힌 비법정도로라는 사안을, 설령 적지 않은 시간이 걸리더라도 우리는 차근차근 풀어갈 필요가 있다. 🇰🇷

참고문헌

1. 국토연구원(2022), '사실상 도로'의 기초관리를 위한 기초 현황 분석 연구
2. 서울연구원(2020), 비법정 사실상 도로 실태와 제도개선방안
3. 국회입법조사처(2022), 2022 국정감사 이슈 분석Ⅳ
4. 법제처 국가법령정보센터



숫자와 그림으로 보는 터널 이야기(TBM편)

(Key Issues for Tunnel and Tunnelling)

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

터널 기술강좌를 시작하면서

요즘처럼 터널과 지하(Tunnel and Underground)가 핫한 경우가 없었다. 이는 지하를 이용한 교통인프라의 구축에 대한 관심과 수요가 계속 증가하고 있기 때문이다. 업무 속 도로지식이라는 콘텐츠를 통해 터널과 지하에 대하여 알기 쉽게 이해할 수 있도록 다양한 기술적인 내용을 주제별로 나누어 알기 쉽게 숫자와 그림으로 표현하여 정리하였다. 본 강좌는 [숫자와 그림으로 보는 터널이야기]로 터널에 대한 핵심 이슈들을 정리하여 표에서 보는 바와 같이 총 8번 내용으로 구성되었다.

[숫자와 그림으로 보는 터널 이야기]의 구성과 내용

	내용		핵심 이슈
제1강	숫자와 그림으로 보는 TBM 터널	TBM Tunnel	기계화 시공
제2강	숫자와 그림으로 보는 NATM 터널	NATM Tunnel	발파 문제
제3강	숫자와 그림으로 보는 대심도 터널	Deep Tunnelling	대심도 지하
제4강	숫자와 그림으로 보는 도심지 터널	Urban Tunnelling	도심지 안전 리스크
제5강	숫자와 그림으로 보는 해저 터널	Undersea Tunnel	한일 해저터널
제6강	숫자와 그림으로 보는 초장대 터널	Super long Tunnel	세계의 초장대 터널
제7강	숫자와 그림으로 보는 초고속 터널	Hyper Tunnel	초고속 교통인프라
제8강	숫자와 그림으로 보는 스마트 터널	Smart Tunnel	BIM 및 스마트 기술

1. 제1강. 숫자와 그림으로 보는 TBM 터널

최근 기계 공학 및 전자 기술의 급격한 발전과 스마트 건설로의 전환과 함께 TBM 터널 기술도 혁신적인 변화를 가져오고 있다. 이와 같은 TBM 터널의 기술 발전과 트렌드를

[표 1]에 정리하였다. 표에서 보는 바와 같이 초단면화, 초장대화, 초굴진화, 대심도화 및 초근접화의 5-Hyper(超)와 복합화, 기계화, 스마트화, 안전화, 아트화의 5-High(高)로 요약된다.

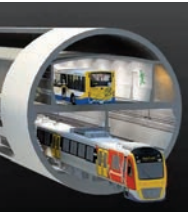
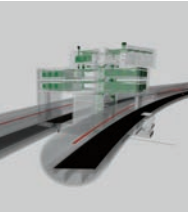
[표 1] TBM 터널의 기술 발전과 트렌드

Key Word			As-is	To-Be
5-Hyper 超(초)	초단면화	더 크게	직경 10m급 내외	직경 15m급 이상
	초장대화	더 길게	연장 수km 내외	연장 수십km 이상
	초굴진화	더 빠르게	굴진율 수m/일	굴진율 수십m/일
	대심도화	더 깊게	지하심도 30m 내외	지하심도 50m 이상
	초근접화	더 가깝게	이격거리 1.0D 이상	이격거리 수m 이내
5-High 高(고)	복합화	복합 다기능	Single-Function	Multi-Function
	기계화	고성능 기술	기계 장비 위주	첨단 기술 적용
	스마트화	디지털 기술	Monitoring Data	BIM 기술 응용
	안전화	시스템 관리	정성적 안전 관리	정량적 리스크 관리
	아트화	미적 디자인	단순한 굴착기계	상징화된 의미

[표 2] 5-Hyper TBM Tunnel

	Hyper(超) 대단면화 The Larger	• 직경 14~15m급 Mega TBM 적용 확대 • 세계 최대 TBM 단면 17.6m – 홍콩 TMCLK 터널(도로) • 국내 최대 TBM 단면 13.98m – 김포파주 고속도로 한강터널(도로)
	Hyper(超) 초장대화 The Longer	• 연장 50km이상의 초장대 터널 건설 증가 • 세계 최장대 TBM 터널 57.5km (직경 11m) – 스위스 Gotthard Base 터널 (철도) • 국내 최장대 TBM 터널 22.3km (직경 3.3m) – 영천 도수로 터널 (수로)
	Hyper(超) 굴진화 The Faster	• 직경 14~15m급 Mega TBM 적용 확대 • 세계 최대 월굴진율 1,482m (직경 10.8m) – 미국 시카고 TARP 터널 (수로) • 세계 최대 일굴진율 106m (직경 9.6m) – 스페인 La Cabrera 터널 (철도)
	Hyper(超) 대심도화 The Deeper	• 도심지 터널의 대심도화 (지하 50m이하) • 세계 최대 심도 터널 / 지하 2300m – 스위스 Gotthard Base 터널 (철도) • 도심지 대심도 터널 / 지하 80m – 싱가포르 케이블 터널 (유틸리티)
	Hyper(超) 초근접화 The Closer	• 도심지 구간에서 초근접 시공 증가(수m 이내) • 도심지 터널 초근접 이격거리 1m – 미국 맨하탄 East Side Access터널 (지하철) • 도심지 터널 이격거리 2.7m – 중국 베이징 Metro Line 10 (지하철)

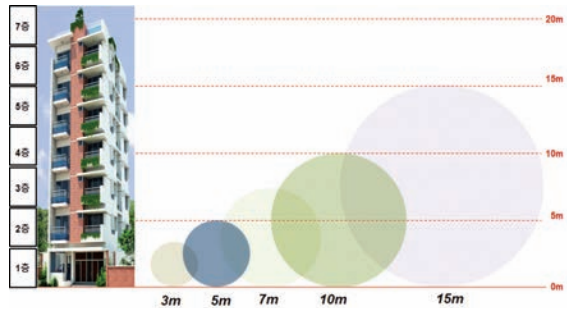
[표 3] 5-High TBM Technology and Trend

	High(高) 복합화 More Complex	• 도로와 철도 기능의 복합화 (Combined) • 도심지 복합터널 / 복층구조 – 호주 브리스번 (도로+메트로) • 대단면 복합터널 / 복층구조 직경 15.2m – 중국 Sanyang 하저터널(고속도로+철도)
	High(高) 기계화 More Mechanized	• TBM 장비의 첨단 자동화 • TBM Robot 기술 – 프랑스 Chiltern 터널(철도) • 고수압 대응 기술 – TBM Hyperbaric Chamber/Intervention
	High(高) 스마트화 The Smarter	• 대형 터널프로젝트에 BIM 기술 적용 • 통합 4D-BIM 운영 – 공정관리 및 설계에서부터 유지관리까지 • 싱가포르 지하공사 – Integrated Digital Delivery(IDD) 적용
	High(高) 안전화 The Safer	• 지하공사에서의 안전 리스크 관리 강화 • 싱가포르 LTA – Total Safety Management System • 국제터널협회(ITA) 및 영국 CDM – 정량적 Risk Management System(RMS)
	High(高) 아트화 Art Design	• TBM 장비의 예술적 디자인 (상징성 부여) • 국가적 상징 – 국기를 형상화 – 인도, 스페인, 터키, 이태리, 캐나다 등 • 발주기관 및 SPC 상징 – 프로젝트 형상화 – 호주 West Gate Tunnel 프로젝트

2. 초대단면화 – The Larger

TBM 장비 제작기술이 발전함에 따라 TBM 터널 직경은 점점 커지고 있다. 지하철 터널이 직경 7m~8m급, 철도 터널이 직경 12m~14m급, 도로터널이 직경 14m~15m급이며, [그림 1]에는 TBM 직경크기 비교가 나타나 있다.

[그림 1] TBM 직경 크기 비교



1985년이후부터 최근 까지의 적용된 TBM 터널 직경이 [그림 2]에 나타나 있다. 그림에서 보는 바와 같이 TBM 직경이 점차적으로 점점 커지고 있음을 확인할 수 있으며, 국내 최대 TBM 터널인 한강터널의 TBM 직경을 표시하였다.

[그림 2] Increasing TBM diameters during 1985–2012

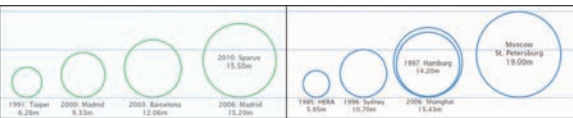


[표 4] TBMs of more than 14m in diameter used and currently operating or on order for projects around the world

Date	Country	Project	TBM manufacturer	Diameter
2020	China	Zhenzho undersea highway crossing, Shenzhen	2 TBMs	15.03m
2020	China	Mawan undersea highway crossing, Shenzhen	2 slurry TBMs one a STEC machine	14.90m
2020	China	Genshan East highway crossing under Qiantang River, Hanzhou	1 CRCHI slurry TBM	15.01m
2020	Australia	Melbourne West Gate Highway	2 Herrenknecht EPBMs	15.60m
2018	China	Nanjing MeiZiZhou Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Nanjing Machine	15.43m
2018	China	Shanghai Zhou Jia Zui Road River Crossing Motorway	1 Herrenknecht Mixshield	14.90m
2017	China	Suai highway tunnel, Shantou	1 CREG slurry TBM	15.30m
2017	China	Shantou Su/Ai Sub-sea Tunnel East	1 Herrenknecht Mixshield	14.96m

독일 TBM 장비제작사인 Herrenknecht에서 제시한 TBM 직경에 대한 크기 비교는 [그림 3] [그림 4] [그림 5]에 나타난 바와 같다. EPB 실드는 15.20m(마드리드, 2006), Mix 실드는 17.6m(홍콩, 2013)으로 나타났다.

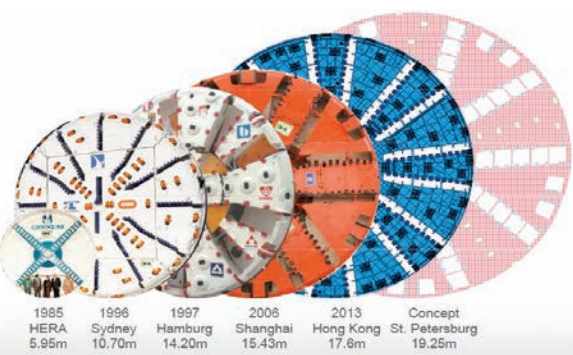
[그림 3] EPB Shields and Mix shield 직경 크기 비교



[그림 4] Development of TBM Diameter / EPB Shields (From Herrenknecht)



[그림 5] Development of TBM Diameter / Mix Shields (From Herrenknecht)



Date	Country	Project	TBM manufacturer	Diameter
2017	China	Shenzhen highway tunnel	1 CREG slurry TBM	15.80m
2017	Japan	Tokyo Outer Ring Road Kan-etsu to Tomei	4 machines 1 Kawaski, 3 JIM	16,10m
2017	China	Shanghai Zhuguang Road Tunnel	1 Herrenknecht EPBM Ex Auckland Waterview TBM	14,41m
2016	China	Shanghai Yanjiang A30 Motorway	2 Herrenknecht Mixshields Ex Shanghai Changjiang under river project	15,43m
2018	China	Shanghai Zhou Jia Zui Road River Crossing Motorway	1 Herrenknecht Mixshield	14,90m
2017	China	Suai highway tunnel, Shantou	1 CREG slurry TBM	15,30m
2016	China	Shanghai Bei Heng Motorway	1 Herrenknecht Mixshield	15,53m
2016	China	Zhuhai Hengqin Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex Shanghai Hongmei Road Tunnel TBM	14,90m
2016	Italy	Santa Lucia Highway Tunnel, A1 near Firenze	1 Herrenknecht EPBM	15,87m
2015	Hong Kong	Lung Shan Tunnel on Liantang Highway Project	1 NFM TBM	14,10m
2015	Hong Kong	Tuen Mun–Chek Lap Kok subsea highway link	2 Herrenknecht Mixshields 1 Herrenknecht Mixshields	17,60m 14,00m
2015	China	Wuhan Metro Line 7 Sanyang Road river crossing (Metro + 3 Lane road)	2 Herrenknecht Mixshields	15,76m
2013	China	Shouxhou Lake Highway Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Nanjing Machine	14,93m
2013	Italy	Caltanissetta highway tunnel, Sicily	1 NFM Technologies EPBM	15,08m
2011	China	Shanghai West Changjiang Yangtze River Road Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Shanghai Changjiang highway	15,43m
2013	New Zealand	Waterview highway connection, Auckland	1 Herrenknecht EPBM	14,41m
2011	USA	Alaskan Way highway replacement tunnel	1 Hitachi Zosen EPBM	17,48m
2011	China	Weisan Road Tunnel, Nanjing	2 IHI/Mitsubishi / CCCC slurry TBMs	14,93m
2012	China	Shanghai Hongmei Road	1 Herrenknecht Mixshield	14,93m
2013	Italy	Caltanissetta highway tunnel, Sicily	1 NFM Technologies EPBM	15,08m
2011	China	Shanghai West Changjiang Yangtze River Road Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Shanghai Changjiang highway	15,43m
2013	New Zealand	Waterview highway connection, Auckland	1 Herrenknecht EPBM	14,41m
2011	USA	Alaskan Way highway replacement tunnel	1 Hitachi Zosen EPBM	17,48m
2011	China	Weisan Road Tunnel, Nanjing	2 IHI/Mitsubishi / CCCC slurry TBMs	14,93m
2012	China	Shanghai Hongmei Road	1 Herrenknecht Mixshield	14,93m
2011	Italy	A1 Sparvo highway tunnel	1 Herrenknecht EPBM	15,55m
2010	Spain	Seville SE-40 Highway Tunnels	2 NFM Technologies EPBMs	14,00m
2010	China	Hangzhou Qianjiang Under River Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Shanghai Changjiang highway	15,43m
2009	China	Yingbinsan Road Tunnel, Shanghai	1 Mitsubishi EPBM Ex-Bund Tunnel machine	14,27m
2008	China	Nanjing Yangtze River Tunnel	2 Herrenknecht Mixshields	14,93m
2007	China	Bund Tunnel, Shanghai	1 Mitsubishi EPBM	14,27m
2006	China	Jungong Road Subaqueous Tunnel, Shanghai	1 NFM slurry shield Ex-Groenehart machine	14,87m
2006	China	Shanghai Changjiang under river highway tunnel	2 Herrenknecht Mixshields	15,43m
2006	Canada	Niagara Water Diversion Tunnel	1 Robbins Gripper TBM Rebuilt Manapouri machine	14,40m
2005	Spain	Madrid Calle 30 Highway Tunnels	2 machines / 1 Herrenknecht, 1 Mitsubishi	15,20m
2004	Russia	Moscow Silberwald Highway Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Elbe project machine	14,20m
2004	China	Shangzhong Road Subaqueous Tunnel, Shanghai	1 NFM Technologies Ex-Groenehart machine	14,87m
2004	Japan	Tokyo Metro	1 IHI EPBM	14,18m
2001	Russia	Moscow Lefortovo Highway Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield Ex-Elbe project machine	14,20m
2000	Netherlands	Groenehart double-track rail tunnel	1 NFM Technologies	14,87m
1997	Germany	Hamburg 4th Elbe River Highway Tunnel	1 Herrenknecht Mixshield	14,20m
1994	Japan	Trans Tokyo Bay Highway Tunnel	8 machines 3 Kawasaki, 3 Mitsubishi, 1 Hitachi, 1 IHI	14,14m

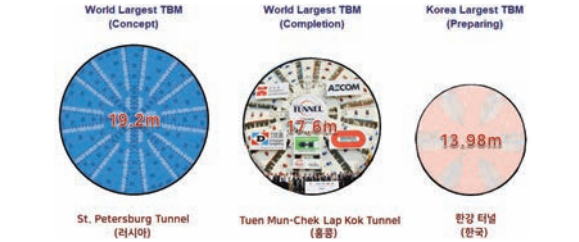
[그림 6]에는 세계적으로 운영중이거나 준공된 TBM 터널에서의 최대 TBM 직경을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 TBM 직경 최대 17m급이 미국과 홍콩에서 적용된 바 있음을 확인할 수 있다.

[그림 6] Mega TBMs in the World



[그림 7]에는 국내 최대 TBM 직경과 세계 최대 TBM 직경을 비교하여 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 현재 계획중인 최대 TBM 직경은 러시아에서 구상중인 19.2m, 준공된 최대 TBM 직경 홍콩에서의 17.6m, 국내 최대 TBM 직경은 13.98m 로 조사되었다.

[그림 7] TBM 직경 비교



3. 초장대화 – The Longer

TBM 장비 제작 기술과 굴진 기술이 발전함에 따라 TBM 터널의 연장은 점점 길어지고 있다. [그림 8]에는 세계적인

[그림 8] 7 Longest Tunnels in the World (NATM and TBM)



초장대 터널을 나타낸 것으로 산악을 통과하거나, 해저를 통과하는 철도터널은 초장대화 되고 있으며, 세계 최장대 터널은 57.5km의 스위스 고타드 베이스 터널이다.

[그림 9]에서 보는 바와 같이 국내 최장대 터널은 NATM 공법으로 굴착된 연장 50.3km의 울현 터널이며, TBM 공법으로 굴진된 경우는 연장 33km의 영천댐 도수로 터널이다. 현재 시공중인 국내 최대 TBM 터널은 한강하저를 통과하는 한강터널로 연장 2.86km이다.

[그림 9] Longest TBM Tunnels in the World and Korea



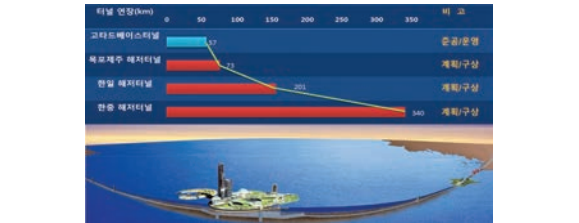
[그림 10]에는 세계적으로 운영중이거나 준공된 TBM 터널에서의 초장대 TBM 터널을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 세계최대 장대터널은 연장 137km의 미국의 Delaware Aqueduct 로 조사되었다.

[그림 10] Longest Tunnels in the World



국내의 경우 해저를 통과하는 해저터널이 초장대 터널로 계획중에 있다. [그림 11]에서 보는 바와 같이 목포제주 해

[그림 11] 국내에서 구상중인 초장대 해저터널

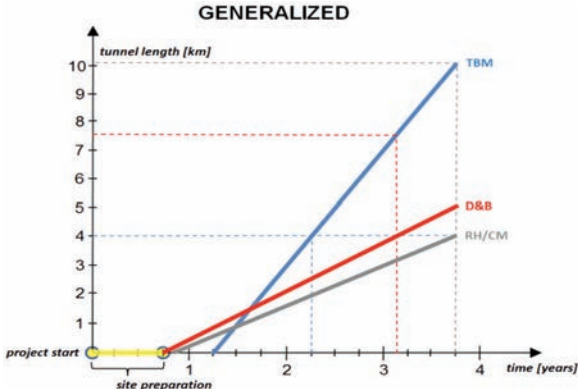


저터널, 한일 해저터널 및 한중 해저터널 등이 TBM 공법으로 구상중에 있다.

4. 초굴진화 – The Faster

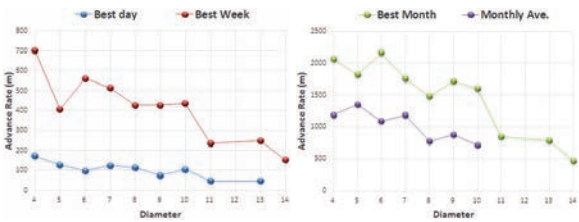
TBM 터널은 NATM 공법에 비하여 굴진속도가 빠르기 때문에 장대터널 건설에 유리하다 할 수 있다. [그림 12]는 발파를 이용하는 NATM 공법, TBM 공법 및 로드헤더 (Roadheader) 굴착공법에서의 굴진속도를 비교한 것으로 그림에서 나타난 바와 같이 빠른 굴진속도가 TBM 공법의 장점임을 볼 수 있다.

[그림 12] Generalized Graph for Advance Rates (From Robbins)



TBM 굴진속도(굴진율)는 TBM 직경 크기에 따라 좌우되며 [그림 13]에서 보는 바와 같이 TBM 직경이 클수록 TBM 굴진율이 감소함을 볼 수 있다. 그림에서 보는 바와 같이 직경 4m급에서 일최대 700m, 월평균 1000m 이상, 직경 10m 급에서 일최대 100m 이상, 월평균 600m 이상을 기록함을 볼 수 있다. 또한 [표 5]에는 TBM 굴진율에 대한 실제기록을 정리한 것이다.

[그림 13] TBM 직경에 따른 굴진율 비교 그래프



[표 5] TBM Performance World Record – TBM Advance rate

3-4m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	172.4m	703m	2066m	1189
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	Mk 12C	Mk 12C	MB 104-121A	Mk 12C
Project	Katoomba Carrier	Katoomba Carrier	Oso Tunnel	Katoomba Carrier
Tunnel	Australia	Australia	USA	Australia

4-5m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	128.0m	477.0m	1822m	1352
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	MB 146-193-2	MB 146-193-2	DS 1617-290	DS 155-274
Project	SSC No.4 Texas	SSC No.4 Texas	Yellow River Tunnel	Yellow River Tunnel
Tunnel	USA	USA	China	China

5-6m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	99.1m	362m	2163m	1095
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	MB 1410-251-2	MB 1410-251-2	MB 1410-251-2	DS 1811-256
Project	Little Calumet, Chicago	Little Calumet, Chicago	Little Calumet, Chicago	Yinderuqin
Tunnel	USA	USA	USA	China

6-7m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	124.7m	515.1m	1754m	1187
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	MB 203-205-4	MB 203-205-4	MB 203-205-4	MB 222-183-2
Project	Indianapolis DRT	Indianapolis DRT	Indianapolis DRT	Dallas Metro
Tunnel	USA	USA	USA	USA

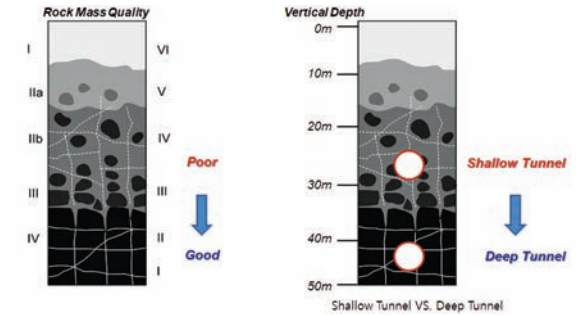
7-8m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	115.7m	428.0m	1472m	770
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	MB 236-308	MB 236-308	MB 321-200	MB 321-200
Project	Karahajukar Hydroelectric	Karahajukar Hydroelectric	TARP, Chicago	TARP, Chicago
Tunnel	Iceland	Iceland	USA	USA

8-9m Diameter				
	Best Day	Best Week	Best Month	Monthly Ave.
Record	75.5m	428m	1719m	873
Make	Robbins	Robbins	Robbins	Robbins
Model#	271-244	271-244	271-244	271-244
Project	Channel Tunnel	Channel Tunnel	Channel Tunnel	Channel Tunnel
Tunnel	U.K.	U.K.	U.K.	U.K.

5. 대심도화 – The Deeper

도심지 터널에서의 터널 건설은 점점 대심도화하고 있다. 이는 기존 지하철 심도보다 깊은 대심도 구간은 [그림 14]

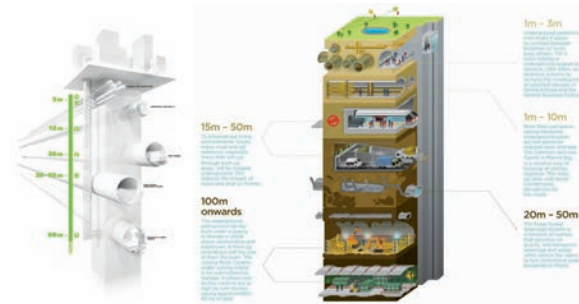
[그림 14] 대심도화에 따른 특성



에서 나타난 바와 같이 대심도화 할수록 암반이 양호하며 터널굴착에 매우 양호한 조건임을 볼 수 있다.

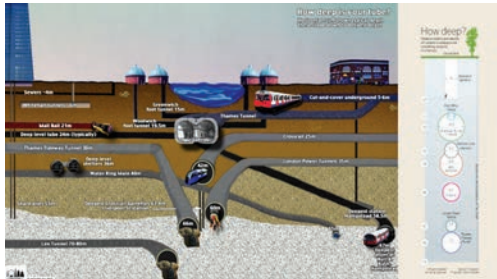
싱가포르의 경우 대심도 지하개발(Deep Underground Development)에 대한 계획을 수립하고 [그림 15]에 나타난 바와 같이 지하 심도별로 주요 지하구조물계획을 수립하고 운영하고 있음을 확인할 수 있다.

[그림 15] Vertical Planning of Underground in Singapore

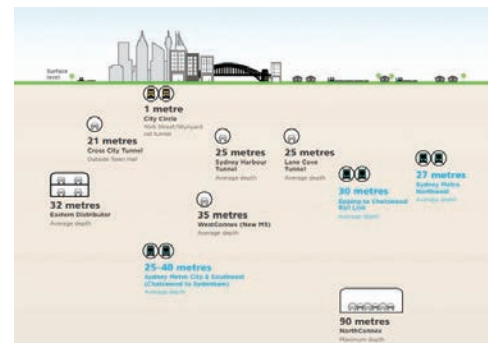


또한 런던과 시드니와 같은 메가 시티에서는 도심지 터널링이 점점 지하화하고 있음을 볼 수 있으며, 런던의 경우 메트로가 지하 70~80m로, 시드니의 경우 지하도로가 최대 90m로 계획되고 시공되고 있음을 확인할 수 있다.

[그림 16] Deeper Tunnelling in London



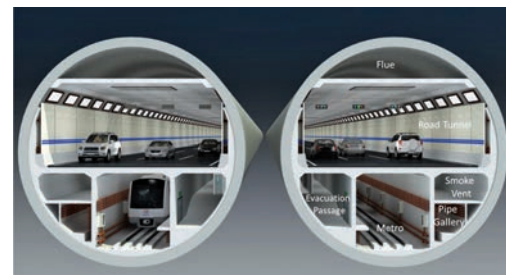
[그림 17] Deeper Tunnelling in Sydney



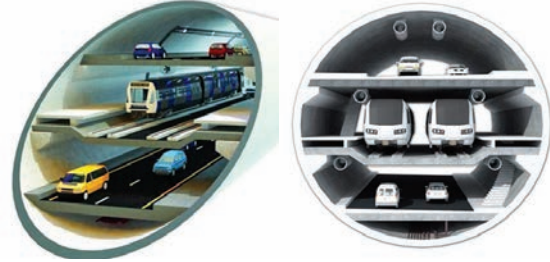
6. 복합화 – More Complex

TBM 터널기술이 발달하고 TBM 터널단면이 증가함에 따라 큰 단면을 한번에 굴착하고 다양한 기능을 포함할 수 있는 복합 터널(Combined Tunnel)로서 복층 구조 또는 3층 구조의 TBM 터널로 만들어 지고 있다. [그림 18]과 [그림 19]에는 대표적인 복합 터널의 모습이 나타나 있다. 그림에서 보는 바와 같이 상부에는 도로터널로, 하부에는 철도터널로 운용되도록 하고, 3층 구조인 경우 중간층에 철도가 상층과 하층에는 도로로 계획됨을 볼 수 있다.

[그림 18] Combined highway and railway – Sanyang Road Cross-river Tunnel

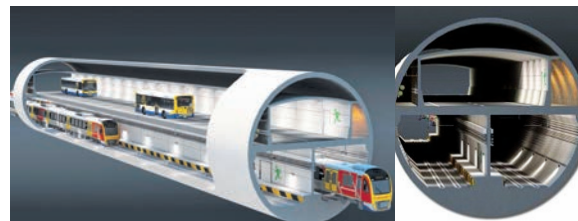


[그림 19] Tripple deck Road and Metro TBM Tunnel for Crossing Bosphorus Strait

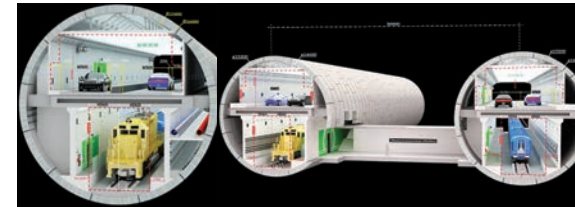


[그림 20] [그림 21] [그림 22]에는 현재 계획중이나 운영중인 복합 터널의 예로서 도심지 터널이나 해저 터널에서의 대안으로 제시되고 있다.

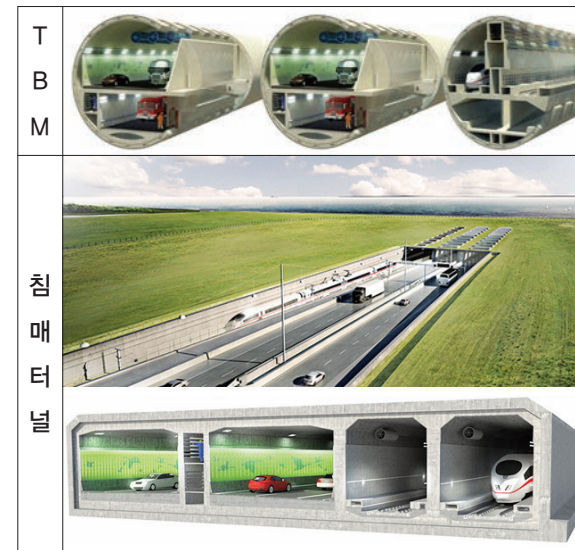
[그림 20] Double deck Road and Rail Tunnels in Brisbane



[그림 21] Kerch Tunnel for Road and Railway for Crossing the Kerch Strait



[그림 22] The Longest Immersed Road and Rail Tunnel – The Fehmarnbelt Tunnel



7. 터널의 미학 – Art Design of Tunnel

TBM 장비는 고가의 대형 건설장비로서 프로젝트의 특징과 발주처의 특성에 따라서 다양한 형태의 디자인을 적용하고 있음을 볼 수 있다. [그림 23]에는 세계 각국에서 만들어진

[그림 23] 국가, 지역 및 발주처 특성을 반영한 TBM 디자인



TBM 장비 디자인의 예를 나타난 것이다. 또한 [그림 24]은 독일 국화인 카모마일꽃을 형상화한 TBM 장비를 보여주고 있다.

[그림 24] Albvorland TBM Tunnel – Chamomile 꽃을 형상화

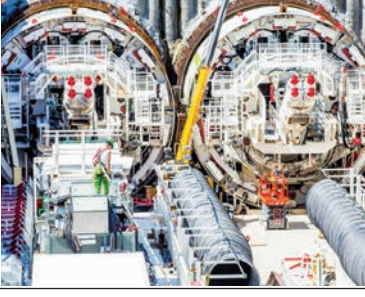


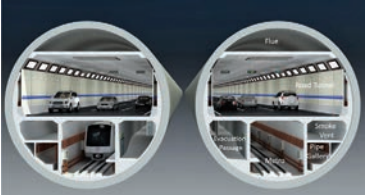
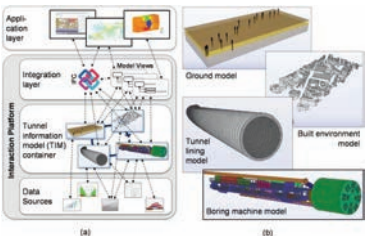
[그림 25]에는 세계 각국의 국기를 상징하는 TBM 장비 디자인 예가 나타나 있다. 또한 대형 터널 프로젝트를 주관하는 발주처 심볼을 상징화하거나 지역 특징을 표현하는 TBM 장비를 보여주고 있다.

[그림 25] TBM 아트 디자인 사례



[요약 Summary] TBM 터널의 기술 발전과 트렌드

Key Word			특징	비고
5-Hyper 超(초)	초단면화	더 크게 The Larger	• 직경 14~15m급 증가 • TBM 장비기술 발달 • 세계최대 직경 17.8m	
	초장대화	더 길게 The Longer	• 수십km 초장대 터널 • 초고속 인프라 구축 • 세계 최장대 56.5km	
	초굴진화	더 빠르게 The Faster	• 급속굴진 기술 발달 • 세계최대 일굴진율 • 세계최대 월굴진율	
	대심도화	더 깊게 The Deeper	• 도심지 터널 대심도화 • 지하 50m 이상 • 세계최대 지하2400m	
	초근접화	더 가깝게 The Closer	• 도심지 근접시공 증가 • 병설터널 초근접화 • 이격거리 수m이하	

Key Word			특징	비고
5-High 高(고)	복합화	복합 기능 More Complex	• 도로+철도 복합기능 • 도로+유틸리티 복합 • 복층/3층 구조	
	기계화	고성능 기술 Mechanized	• 첨단 자동화 기술 • TBM robot 기술 • 고수압 대응기술	
	스마트화	디지털 관리 The Smarter	• 4D-BIM 적용 • 통합 관리 • Digital Delivery	
	안전화	리스크 관리 The Safer	• 정량적 리스크 관리 • 토탈 안전관리시스템 • Zero Accident	
	아트화	미적 디자인 Aesthetic	• 국가적 상징성 부여 • 다양한 TBM 디자인 • 예술적 디자인	

TBM Tunnel : 5-Hyper and 5-High Technology

그·날·의·도·로

1969년 12월 26일

그날, 제3한강교가 개통되었다 (現 한남대교)



1969년 12월 26일, 서울 용산구 한남동과 강남구 압구정동, 서초구 잠원동 진입로 역할을 하는 제3한강교가 개통되었다. 이후 1970년 7월 경부고속도로가 개통되어 전 지역이 일일생활권이 된 계기를 만들어 준 한강의 교량이었다. 현재 대한민국 교량 중 하루 평균 차량 통행량이 가장 많은 교량 중의 하나이다.

제3한강교는 강남 개발의 초석이었다. 당시 강남은 개발이 되지 않은 논과 밭으로만 이뤄진 시골이었었는데, 1966년 1월 서울시와 정부에서 강남개발계획 발표와 제3한강교 착공식이 연이어 이뤄져 강남 천지개벽의 신호탄이 되었다.



1969년 12월 준공 시 제1한강교(한강대교), 제2한강교(양화대교)와 광진교 이후 네 번째로 지어진 한강 교량이었지만, 인도교 중에서 세 번째로 지어졌기 때문에 제3한강교라고 정했다. 현재의 한남대교는 1985년 한강종합개발사업을 하면서 제3한강교에서 교량 명칭을 변경하게 된 것이다.

1994년 성수대교 붕괴 사고가 일어난 뒤 한남대교도 교량 정밀안전 점검을 했으며, 붕괴 위험이 있다는 판정을 받았다. 이후 1996년 12월 기존 교량 왼쪽에 차선을 신규 증축하는 교량공사를 착공하여 2001년 3월 개통하였고, 기존 교량은 보수공사를 진행하여 2004년 8월 9일 재개통하여 현재의 12차로 교량이 완성되었다. 🇰🇷



출처 및 참고자료 : ©국가기록원, ©서울기록원

분단의 상흔이 낙인처럼 남아있는 철원 승일교(昇日橋)

이영천 | 작가

아치 역사는 무척 오래됐다. 동서양을 막론하고, 아치를 사용한 석조건축물을 역사 도시에선 흔히 만날 수 있다. 유럽과 아랍, 아시아의 그것은 서로 모양이 달랐고, 이런 다름은 서로의 문화적 특징을 상징하였다. 이런 차이에도 불구하고, 돌로 만든 아치는 문이나 창틀, 궁륭천장 등 비교적 좁은 간격에만 적용되었다는 공통적인 한계를 안고 있었다.

다리도 마찬가지다. 사찰이나 궁궐 앞, 개울과 연못을 건너는 무지개다리는 돌이라는 재료가 지배적이다. 돌이라는 재료의 한계는 넓고 먼 지형을 쉽사리 극복해 내지 못하고 있었다. 따라서 이렇게 사용되던 형식은, 주로 원형아치에 한정되어 있었다. 물론 예외적으로 로마 수로교 등이 있기는 하지만 말이다.

산업혁명으로 쇠와 콘크리트라는 혁신적인 재료가 등장하면서, 돌로 만든 아치의 한계가 극복되기 시작한다. 산업혁명 본 고장인 영국이 시작이다. 1779년 산업혁명의 상징적 공업 유적지인 샬럼 주 세번강에 세계 최초로 주철을 사용해 만든 ‘아이언 브리지(The Iron bridge)’가 탄생한다. 쇠로 만든 아치교가 수십 미터 넓고 깊은 협곡에 놓이자, 사람들이 깜짝 놀란다. 이 다리가 탄생하면서 이제 넓고 깊은 협곡을 건널 수 있게 된 것이다. 멀리 돌아가던 길이 짧은 거리에서 이어진다. 쇠를 이리저리 찌맞춰 만든 다리는 모습도 미려했다. 멋들어진 아치교 탄생이다.

돌로 만드는 아치교는 몸체에 돌이나 흙을 채워 넣는 충복식(充腹式)이다. 그러나 쇠나 콘크리트 또는 합성재료로 만든 아치는 뭘 채워 넣지 않아도 되었다. 아치 틀(Rib) 자체가 가해지는 하중을 견디는 힘을 충분히 갖추었기 때문이다. 빼대만 세워 지탱하는 개복식(開腹式) 아치의 탄생이다. 개복식 아치는 틀 위에 현수 기둥을 세워 하중을 감당하는 상로(上路) 아치, 역으로 아치에 수직의 현수재를 매달아 보강형을 거처하는 중로(中路) 및 하로(下路) 아치 등으로 발전하였다.

철과 콘크리트는 아울러 새로운 모양의 아치를 탄생시켰다. 원형에 더하여 타원형과 포물선, 쌍곡선 등 다양한 아치 구현이 가능해졌다. 쇠와 콘크리트가 가진 강도와 연성 덕분이다. 더불어 경간도 혁신

적으로 길어진다. 경간이 길어진 만큼 아치교 자체 하중인 사하중을 줄이는 방법으로 개복식 아치는 더욱 발전해 나간다. 수려한 현대식 아치교의 탄생이다.

철원은 한반도 배꼽에 해당하는 고장이다. 이 고장에는 수려한 아름다움을 뽐내는 한탄강이 북에서 남으로 흐른다. 지질학의 보고이기도 한 한탄강의 탄생과 변화는 특이한 지형적 특성을 보여준다. ‘U자 형 계곡’은 아치교가 놓일 천혜의 환경이기도 하다. 이런 특성으로 한탄강엔 현재 아치교 여럿이 곳곳에 놓여있다.

해방과 분단 직후에도 한탄강에 아치교가 계획되었다. 북한에 의해 먼저 공사가 이뤄지고, 한국전쟁을 거친 후 우리 손으로 완성된다. 반으로 나뉘어 모양을 달리하고 있는 이 다리는, 결과적으로 분단된 우리 현실을 뼈저리게 각인시키는 다리가 되어버렸다. 철원 동송읍과 갈말읍을 잇는 승일교다. 옛 승일교가 놓인 곳 아래로 한탄대교 상·하행선이 건설되어 한곳에서 3개 아치교를 볼 수 있는 곳이기도 하다.



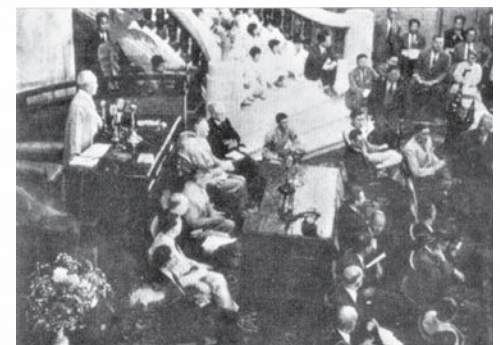
한탄강을 건너는 3개의 아치교, 사진 맨 앞이 가장 젊은 한탄대교 하행선. 그 옆 붉은 다리가 상행선, 맨 끝에 보이는 다리가 승일교. ©이영천

통한의 민족분단

1948년 시차를 두고 남과 북에서 서로 다른 정부가 수립되면서, 우리는 분단을 맞는다. 1945년 2월 4일~11일까지 열린 ‘알타회담’에서 일본패망 시 한반도 관리에 대해 처음 논의한다. 소련은 이 회담에서, 사할린과 쿠릴열도 획득은 물론 러일전쟁 이전 러시아가 만주 일대에서 장악하고 있던 경제·군사적 이권까지 되찾아 가는 성과를 얻는다. 짧은 기간 일본과의 전쟁에 참전한 대가다.

알타회담 직후인 1945년 3월, 소련이 점령한 폴란드에 공산당 정부가 수립되어 공산화가 이뤄진다.

이런 조짐이 동유럽 전체로 확산할 기미까지 엿보인다. 이를 충격적으로 바라보던 미국이 다급해진다. 소련 참전으로 만주와 한반도 북부에서 긴박한 전황이 이어지자, 미국은 소련의 남하를 제지할 방안에 몰두한다. 이에 그어진 선이 북위 38°선이다. 38선이 확정된 것은 미국 3부인 국무부와 육군부, 해군부의 논의 과정이라 알려져 있다. 그해 8월 10일 일본이 포츠담 선언을 수용하고, 항복한다는 의사를 밝힌다. 일본군 무장해제를 38선 이북은 소련이, 이남은 미국이 맡기로 한 것이다.



이승만 대통령이 1948년 국회 개원을 선언하는 모습. 이 해 남북한에 시차를 두고 체제가 다른 정부가 수립되어 우리는 분단을 맞게 됨. ©국회기록보존소

1945년 9월 2일 일본이 항복문서에 서명한다. 38선을 경계로 양측 군대가 한반도를 접수한다. 남쪽에는 '미군정청'이 북쪽에는 '인민위원회'가 세워진다. 모스크바 삼상회의와 여러 번의 미·소 공동위원회가 결렬된다. 한반도에선 좌우익의 대결이 극한으로 치달는다. 미국과 소련은 제2차 세계대전 후의 패권을 놓고 다툰다. 핵무기가 시차를 두고, 서로의 손에 쥐어진다. 냉전의 서막이었고, 패권 다툼의 대리 전장이 한반도였다. 전범국가가 아닌 피해국이 당한 억울함이다.

찢긴 땅 철원

철원은 궁예의 고장이기도 하다. 궁예는 태봉(泰封)이라는 나라를 세워, 도읍을 개성에서 철원으로 옮긴다. 궁예가 세운 태봉국 도읍지가, 비무장지대 안 철원을 홍원리에 있다. 한탄강 지류인 대교천 상류다. 일제가 경원선 철도를 만들면서, 남북을 질러 이 궁성을 동서로 갈라 버린다. 휴전선이 옛 궁성 한가운데를 동서로 지나며 남북으로 갈라쳤다. 이런 연유로 궁성은 사방으로 갈기갈기 찢기었다. 전쟁 전에 발굴된 국보급 석탑이 전쟁과 함께 사라지기도 했다.

한반도 배꼽이라 부르는 철원은, 드넓은 평야를 끼고 있는 내륙 너른 분지다. 물산도 풍부하여, 한 나라 도읍으로 손색없는 배후지를 갖고 있다. 그러나 철원은 분단의 상징이다. 땅 한 가운데를 동서로 잘라 남북으로 갈라 세웠다. 전쟁 후 그어진 휴전선으로, 옛 철원 땅 약 40%가 북한에 속하게 되었다. 한반도의 분단과 전쟁 상흔이 고스란히 남아있는 땅이다. 북한에서 발원해 남으로 흐르는 한탄강이, 파주 전곡에서 임진강과 합류한다. 북한에서부터 강화도에 이르는 바다까지 유유히 흘러가는 강물이다. 하지만 흐르는 강물은 절대 갈리거나 나뉘지 않는다.

한곳에서 한탄강을 건너는 3개 아치교

강원도 철원 한탄강에 3개 아치교가 나란히 한곳에 서 있다. 철원 명소인 고석정(孤石亭) 인근이다. 하나는 승일교, 나머지 둘은 상·하행선으로 나뉜 한탄대교(漢灘大橋)다. 동송읍과 갈말읍을 잇는



철원 제1경이라는 고석정. 한탄강의 지질학적 형성이 빚어낸 절경 중 하나임. ©철원군청

지방도 463호선이다. 승일교와 한탄대교 하행선은 철근콘크리트로 지은 상로식 역 로제아치, 한탄대교 상행선은 강재로 만든 중로식 2한치 로제아치다.

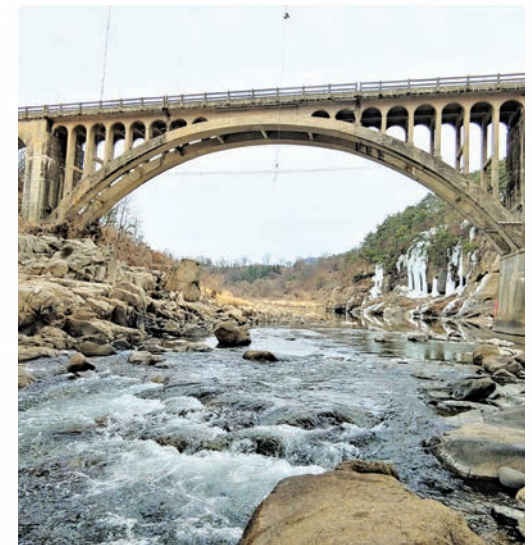
한탄대교 상행선 중로식 강재 아치는 길이 166.8m, 폭 9.5m로 1999년에 지방도 선형 개선 때, 하행선 상로식 철근콘크리트 아치는 길이 166.8m, 폭 12m로 2015년(2019년 준공)에 지방도를 4차선으로 확장하면서 만들어진다. 두 다리 길이가 같은 이유는, 한탄강의 특이한 형성과정과 지형 때문이다. 한탄강은 용암과 물, 그리고 시간이 빚어낸 절벽으로 이뤄진 강이다. 화산활동이 일어난 지역에서 볼 수 있는 수많은 지질학적 형상이 강줄기에 다 담겨있다. 한탄강은 '은하수처럼 큰 여울'을 한자로 바꿔 부른 이름이다. 은하수는 漢(은하수 한)으로, 큰 여울은 灘(여울 탄)을 썼다. 혹자는 궁예가 태봉이란 나라를 세웠으나 왕건에게 빼앗긴 한이 서렸다 해서, 혹은 남북분단을 탄식하는 상징으로 '恨難(한탄)'이라 부르기도 한다.

먼저 북한이 공사를 시작한 승일교

한국전쟁 전까지 철원은 38선 이북으로 조선민주주의인민공화국에 속한 땅이다. 이에 북한 정권은 한탄강을 건너는 다리를 구상한다. 철원농업전문학교 토목과장으로 일하던 김명여 씨를 설계책임자로 임명하여 다리 공사를 시작한다. 1948년 8월, 한탄교(漢灘橋)라는 이름으로 착공된다. 공사는 현 동송읍 장흥리와 갈말읍 대내리·문혜리를 연결하는 구간이다. 지역주민들이 동원된다. 성인 남성의 경우, 매월 20일 이상 공사에 참여해야만 했다. 가혹한 사회주의식 동원 체제다.

공사는 동송읍 쪽 교대와 교대에서 10m 폭의 제외지 통로 역할을 하는 교각을 완성한다. 그 상부는 말굽 모양 아치로 처리하였다. 또한 한탄강 한가운데에 교각을 세웠다. 장흥리 방향에서 철근콘크리트로 상로식 2열의 긴 역 로제아치를 만든다. 한탄강 중간까지 완성된다.

이 구간은 2열 아치 위 양쪽에 상판을 떠받치는 현수 기둥 7개씩을 세워 각 8칸의 작은 모양 아치 형하(桁下)를 만든다. 한 쌍의 로제아치는 수평재를 걸어 이어 붙인다. 큰 아치 위에 좁고 길쭉한 아치가 올려진 형상이 만들어진다. 다소 촘촘하나 양증맞은 모양새다. 다리를 절반쯤 만들어가던 때 한국전쟁이 터진다. 공사는 부득이 중단되어야 했다. 철원은 김화, 평강과 더불어 '철의 삼각지대'라 불리는 곳이다. 피아간에 밀고 밀리는 치열한 전투가 벌어진 곳으로 명성이 자자하다. 수많은 젊은이와 민간인들 무덤이 된 곳이다.



북한이 만든 북쪽의 승일교 모습. 아치 위에 7개 현수 기둥을 세워, 총 8칸의 형하를 만든 모습이 뚜렷함. ©이영천

모양을 달리해 남한이 완성 시키고

전쟁 와중이던 1952년 미군 79공병대가 갈말읍 쪽 교대와 교각을 완성하고 방치한 상태로 전쟁을 지낸다. 1953년 7월 전쟁을 멈추자는 휴전이 이뤄진다. 승일교가 있는 곳은 주인이 바뀌어, 이제 대한민국 땅이다. 다리 나머지 부분 공사는 1958년 5월 우리 군대에 의해 시작된다. 62공병대가 착수하여 그해 12월에 나머지 아치 부분과 제외지 통로 역할을 하는 말굽 아치를 완성 시킨다. 우리 공병대가 완성한 상로식 2열 역(逆)로 제아치는, 각각의 아치 위 양쪽에 상판을 떠받치는 현수 기둥 3개씩을 세워, 각 4칸의 말굽 모양 아치 형하를 만든다. 역시 아치 위에 좁고 긴 아치가 서 있는 모양을 하였으나, 북한이 만든 그것과는 확연히 다르다. 둘은 닮았으나 다른, 이질적인 느낌을 풍기고 있다. 그 다름은 남북분단의 상징이나 전쟁 상흔처럼 여겨지고, 또 그렇게 보인다. 낙인 아닌 낙인이 되어버렸다.

승일교는 총길이 120m에 높이 35m, 폭 8m로 만들었다. 역 로제코이나, 상판으로 거더를 따로 올린 방식은 아니다. 라멘교처럼 아치와 현수 기둥, 상판을 일체화시켜 만들었다. 이 방식은 옛 소련에서 빌어다 쓴 공법으로 알려져 있다. 예전 공사하던 사진을 보면 이를 확연하게 확인할 수 있다. 시공 방법은 형하에 아치형 지보공을 만들고 그 위에 철근콘크리트를 타설하는, 지보공 공법을 활용하였다. 이 역시 옛 사진에서 확인할 수 있다.

이 다리 ‘승일’이라는 이름은 참으로 많은 사연을 갖고 있다. 이곳 사람들 사이에 구전되는 말은 ‘김일성이 시작했다 해서 金日成(김일성)의 日(일)과 이승만이 완성했다 해서 李承晩(이승만)의 承(승)을 합해 承日橋(승일교)라 부른다’는 설이 하나다. 또 다른 하나는 ‘김일성을 이겨야 한다는 의미에서 勝日橋(승일교)라 부른다’는 설이다. 그러나 무엇보다 정설로 굳어진 것은, 한국전쟁에서 혁혁한 전과를 세우고 북으로 납북되어 행방이 묘연한 ‘박승일(朴昇日) 대령을 기린다는 뜻에서 지어진 昇日橋(승일교)’란 이름이다. 한자로 표기되는 다리 이름을 두고 유명 저자가 송사(訟事)에 휘말리는 웃지 못하는 일마저 있었다. 그러함에도 어떤 표기가 정설인지는 그리 중요치 않아 보인다. 오히려 분단과 전쟁의



남한이 만든 승일교 남쪽 모습. 아치 위에 3개 현수 기둥을 세워, 총 4칸의 형하를 만든 모습이 뚜렷함. ©이영천



남북한이 각각 만들어 두 개로 갈라진 우리처럼 비슷하면서도 다른 모양으로 남은 승일교. 다리는 마치 분단과 전쟁의 상흔처럼 아픈 모습이다. ©이영천

상흔이 고스란히 남은 이 다리를 통해, 무엇을 기억하고 극복해 낼지가 더 중요해 보인다.

승일교는 곱게 늙어 품위와 고즈넉한 멋을 한껏 뽐내는 중후한 노신사 같은 다리다. 그러나 얼굴을 찡그렸다. 다리엔 갈라섬의 아픔과 서로의 차이가 고스란히 배어 있다. 분단의 다리다. 두 얼굴로 나뉜 민족의 아픔이 절절하게 읽힌다. 식민지와 분단, 한국전쟁이라는 시난고난한 그 시대를 살아낸 우리네 할아버지가 연상되는 다리다. 그 옆에 할아버지를 닮은 듯 다른 매무새의 한탄대교가 쌍으로 서 있다. 마치 철부지 손자가 때때옷을 뽐내는 모양새다. 찡그린 승일교가 웃는 낯빛으로 이젠 평화와 통일의 상징이 되었으면 좋겠다. 과연 우리는 남북을 잇는 어떤 다리를 만들어낼 수 있을까? 🇰🇷🇵🇰

중후한 멋을 풍기는 노신사 같은 승일교와 젊은 한탄대교. 승일교가 질곡의 시대를 살아낸 우리네 할아버지라면, 한탄대교는 마치 때때옷을 입고 할아버지 옆에 선 손자처럼 보인다. ©이영천



조선시대의 길(8)

길의 역사 17편

마패(馬牌)의 사용

마패는 관리들이 공무(公務)로 지방에 갈 때 나라의 말을 이용할 수 있도록 증표로 쓰던 패의 한 종류였다. 지름이 10cm 정도인 동그란 구리 패에 말 그림이 1마리에서 10마리까지 새겨져 있었다. 나라에서는 전국의 주요 지역에 말을 빌릴 수 있는 역(驛)을 설치했다. 관리들은 역에서 역으로 이동하며 잠도 자고 말도 바꾸어 탈 수 있었다. 이 제도를 역참제(驛站制)라고 불렀다.

고려 후기에는 원나라의 간섭을 받으면서 말사용이 엄격히 제한되었다. 이 때문에 허락받은 관리만이 말을 사용할 수 있도록 마패 제도를 시행했다. 처음에는 마패를 나무로 만들었지만 쉽게 부러지거나 손상되자 1434년(세종 16)에 철로 만들어 사용했고, 이후에는 구리로 만들었다.



마패는 양면에 각각 다른 내용을 새겼다. 한 면에는 관리가 이용할 수 있는 말의 수를 새겼는데, 이는 관리의 등급에 따라 달라졌다. 다른 면에는 주조 일시인 '연호(年號)와 연월일'과 임금의 도장을 담당하는 관청인 상서원(尙瑞院)에서 이 마패를 발급했음을 증명하는 상서원인(尙書院印)이란 글자를 새겨 넣었다. 마패로 부릴 수 있는 말의 수는 1~10마리까지만, 실제로는 1~3마리 정도였다. 암행어사의 경우도 대부분 3마리가 그려진 3마패를 썼고, 10마리가 그려진 것은 왕실에서나 사용할 수 있었다.



조선 초기에는 국왕의 비서 기관인 승정원(承政院)에서 마패를 발급했다. 그 뒤 경국대전(經國大典)에서는 중앙의 경우 왕명(王命)을 받들고 다니는 관원은 병조(兵曹)에서 증서를 받으면 상서원에서 왕에게 보고해 마패를 발급한다고 규정했고, 지방에서는 관찰사(觀察使) 등이 마패를 지급 받아 보고를 올리거나 진상(進上)을 하는 등 필요한 때에 말을 이용했다. 군사 사정으로 긴급한 경우는 쌍마(雙馬)를 이용하고 '긴급사(緊急事)'라는 글자를 새겨 밤낮으로 달리게 했다. 

(다음 호에 계속) 조선시대의 길(9) - 길의 역사 18편

참고자료

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

지속가능한 길 3편_도로의 환경성과 경관성

한계령 길, 지속가능한 Eco Road로 가는 길

손원표 | 길 문화연구원장

프로로그

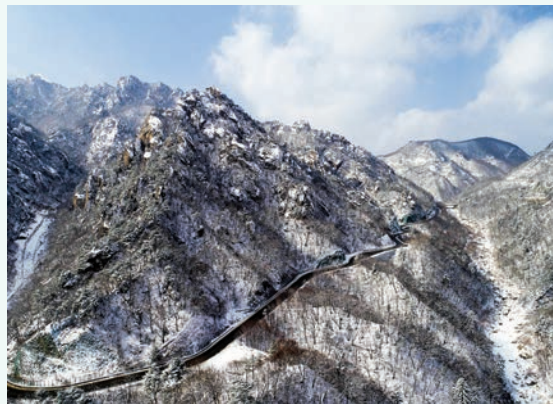
국민소득 3만 불 시대로 접어든 이제는 종래의 '양' 중심에서 '질' 중심으로 삶의 패러다임이 바뀌고 있다. 더불어 '삶의 질' 향상에 따라 아름다운 자연과 조화되는 도로에 대한 요구가 높아지고 있으며, 주변의 환경과 경관을 느끼며 편안하게 이용할 수 있는 도로를 보존하고 관리해야 할 필요성이 대두되고 있다. 이러한 관점에서 우리나라 최고의 친환경·경관도로인 국도 44호선 한계령 길에서 아름다운 설악산 국립공원의 자연과 경관, 도로문화 등을 느껴보고 인간과 자연이 공존하는

도로의 참모습을 살펴보고자 한다.

국도 44호선 한계령 길은 가을철 단풍으로 아름답지만, 2006년 7월 시간당 122mm, 사상 초유의 국지성호우로 산사태가 발생하여 도로 대부분이 유실되며 전 구간 교통이 끊기는 엄청난 피해가 발생하였다. 당시 도로관리기관인 원주지방국토관리청에서는 설악산 국립공원 천연보호구역으로 자연경관이 수려하고 환경적, 생태적 관점에서 보전가치가 높은 구간임을 고려하여 Fast Track 방식으로 친환경·생태도로로 복구한 국내 유일한 사례이다. 2007년 말 수해복구공사 준공 이후, 네



국도 44호선 한계령 길과 가을 모습



차레에 걸쳐 한계령 길을 답사하였다. 당시 생태계 복원이 서서히 이루어지고 있었지만, 체계적인 유지관리의 부족이 노출되고 있어 지속적인 모니터링과 피드백을 통해 '친환경·생태도로'로 자리잡기가 되어야 할 것으로 판단되었다.

한계삼거리에서 오색약수터 가는 길

한계령 길은 1971년 12월, 육군 3군단 제125야전공병대대에 의해 작전도로로 개통된 영동지방 양양에서 영서지방 인제로 넘어오는 중요한 도로이자 경관이 수려한 남설악 한계령을 통과하는 노선이다.

인제 쪽 한계삼거리 주변은 최근 레저 수요의 증가로 펜션이 들어서고 있었다. '한계삼거리~한계령휴게소~오색약수터'까지는 25km, 소요일정을 감안하여 한계령휴게소까지는 차량으로 답사하고 휴게소에서 주전골까지 8km 구간은 도보로 왕복하며 답사하는 것으로 조정하였다.

생태통로

한계령 길에 유일하게 설치된 장수대를 지나 동서 방향으로 이어지는 서북 능선과 연결되는 지점의 생태통로 상부에는 차폐식재, 차단벽, 족적판, CCTV 등이 있다. 생태통로 전후로 침입방지 유도울타리가 설치되어 있었지만, 작동되지 않는 CCTV와 족적판 위 쌓인 낙엽, 작업 후 방치된 모래포대 등은 생태통로의 부실한 사후관리를 짐작할 수 있었다.

재해방지시설

국지성 집중호우 때 산사태 발생으로 떠내려온 토석류와 나무가 교량의 교각에 걸려 계곡물이 월류하면서 2차 피해를 키웠다. 이에 '토석류 모니터



생태통로와 동물침입방지 유도울타리



유송잡물 차단시설과 통수단면을 확보한 교량

링 시스템'을 통한 실시간 모니터링과 절토부 도로 수로 단면 확대, 수로바닥 다짐공, 유송잡물 차단 시설과 교량 하부의 통수단면 확보 등 다양한 관점에서 재해예방을 시도하고 있는 점이 눈에 띄었다. 이러한 재해방지시설은 산악지역 도로에 본보기가 되는 시설로 판단되었다.

친환경·생태시설

복구공사의 목표를 '친환경·생태도로의 조성'으로 설정하여 옹벽 전면 목재부착, 계단식 옹벽, 성토 돌 채움 개비언 옹벽, 세굴방지를 위한 수로바닥 다짐공 등을 반영하였으며, 특히 녹지지역의 색상을 분석하여 녹지구간에 조화되는 갈색 가드레일을 적용하여 주변과 조화성, 환경성을 확보하고 도로 이용자들의 심미성을 높인 점이 돋보였다.



전면 목재부착 계단식 옹벽, 갈색 가드레일

한계령 길 모습

해발 1,000m 산비탈에 들어선 한계령휴게소는 '김중업'과 함께 한국건축의 양대 산맥을 이루었던 건축가 '김수근'의 작품으로, 자연 속 산비탈에 드러나지 않고 조화롭게 자리 잡은 모습이 뛰어난 건축가의 깊은 내공을 가늠케 하였으며, 굽이굽이 돌아가는 한계령 길은 한 마리 용이 산허리를 감싸고 승천하듯 단풍으로 물든 남설악의 자태를 감흥 속으로 빨려들게 한다.



한계령휴게소와 굽이굽이 돌아가는 한계령 길

흘림골 길모퉁이, 공병 기념비

인제군 북면에서 양양군 서면에 이르는 한계령 길은 육군 3군단 공병단 장병들의 6년('66년~'71년)에 걸친 피나는 노력으로 개설된 작전도로이며, 영동지방과 영서지방을 곧장 연결하는 대역사(大役事)로 진부령으로 통행하던 종래보다 접근 거리

가 56km 단축되었다. 한계령 정상에서 오색방향으로 내려가다 보면 흘림골 부근 길모퉁이에 호젓하니 서 있는 '공병비(工兵碑)'는 단출한 모습과는 달리 가까이 다가가서 살펴보면 대설악(大雪嶽)을 뚫은 장병들의 피와 땀, 불굴의 개척정신과 도전정신이 서려 있는 의미 있는 비석이다.

66

개척의 완결점, 개척정신은
깊고 험한 설악에 도전하여
동서를 잇는데 승리하였노라.
육개성상의 대역사가 오늘 여기서
완결되나니 자연의 신비 속,
여기에 우리의 개척정신을
영원히 기념하노라.

99

남설악 횡단도로는 당시 공병단에서 공사의 편의성보다 아름다운 설악산의 모습을 보전하고 자연의 모습을 살리기 위해 자연훼손을 최소로 하고 구불구불 돌아가는 친환경도로를 만들었다고 하니 당시 공사 담당자들의 '자연과 인간의 공존'에 대한 앞서간 식견이 놀라웠다.



흘림골 모퉁이 공병비

친환경·생태도로를 추구한 수해복구공사

원주지방국토관리청에서는 2006년 8월 ~ 2007년 12월까지 약 1,200억 원의 예산을 투입하여 한계령 길의 옛 모습을 찾아 설악의 품에 되돌려 놓았다. 이 과정에서 전형적인 산악지역 도로임을 감안하여 집중호우 등 재해에 안전하고 설악산 국립공원의 특성에 부합되는 우리나라에서 가장 대표적인 친환경·생태도로를 조성하였다.



파괴된 한계령 길, 수해 당시 떠내려온 암석

- ✔ 생태이동통로, 측구경사로 등 동물의 이동과 탈출 배려
- ✔ 자연경관과 조화를 고려한 교량형식과 하부 통수공간 확보
- ✔ 주변지역과 조화되는 부대시설의 색채계획
- ✔ 현지 수목을 이식한 절토, 성토 비탈면의 식재조성

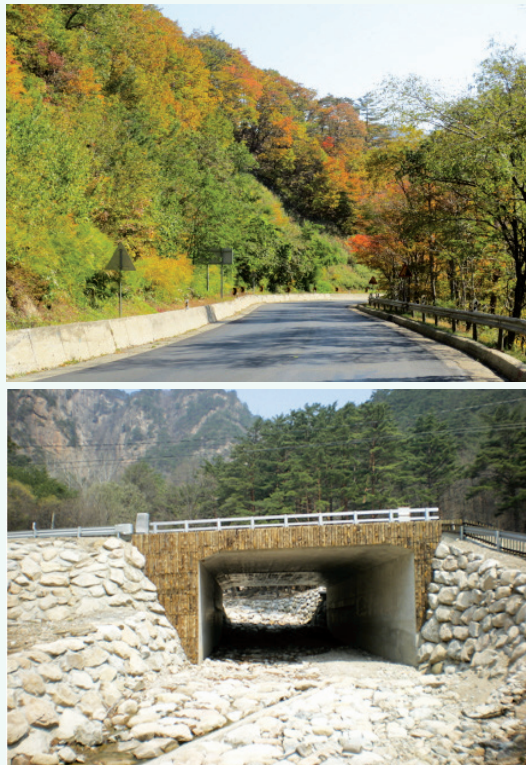
- ✔ 현지 초종과 재래종을 활용한 절토비탈면 녹화 조성
- ✔ 수충부, 계곡부 성토비탈면의 친환경 옹벽 설치
- ✔ 다양한 패턴의 친환경 비탈면 녹화공법 적용
- ✔ 동물침입방지 유도울타리 등 생태시설의 체계적인 반영

생태계가 살아나고 있는 한계령 길

수해복구 후 3~4년이 지난 2010년 가을, 2011년 봄, 2013년 봄, 가을의 4차례 현장조사 결과, 자연환경 복원이 빠르게 진행되고 있었으며 관광도로 기능도 증대되고 있었다. 하지만, 수해복구공사가 Fast Track으로 진행되는 과정에서 충분하지 못한 사전조사, 집중호우 대비에 치중하여 지나치게 확대된 하천 단면, 자연소재를 활용하였지만 인공적인 분위기가 두드러지는 점 등은 앞으로 관련 사업에서 개선의 본보기가 되어야 할 것이며, 다음과 같은 장단점이 파악되었다.

- ✔ 로드 킬(road kill)을 방지하기 위한 적절한 규모의 침입방지 유도울타리 설치
- ✔ 생태통로와 관련시설이 체계적으로 반영되었지만, 설치 이후 관리와 모니터링의 미흡
- ✔ 가드레일의 개방성을 확보하고 녹지구간과 조화되는 갈색 색상의 적용
- ✔ 비탈면 보호공법과 계곡부 세굴방지시설의 철저한 반영으로 지형의 원형 유지
- ✔ 자연석을 지나치게 활용하여 자연훼손이 우려되는 수로 보호공
- ✔ 인공적인 분위기가 두드러지는 자연스럽지 못한 자연소재의 과다한 적용

- ✔ 암 비탈면에 대한 녹화공법 적용 소홀로 암 구간 의 자연회복 지연
- ✔ 국지성집중호우에 대비하여 지나치게 넓은 수로 와 하천 단면의 적용



자연이 살아나고 있는 한계령 길과 과다한 자연소재

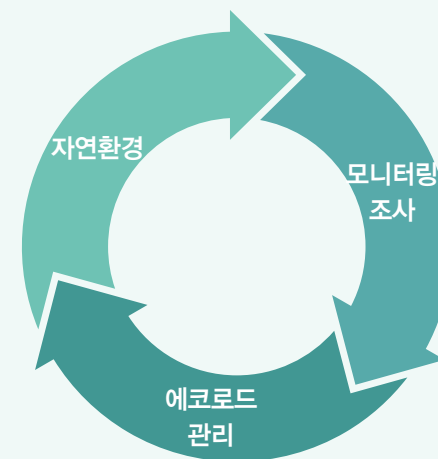
에필로그

한계령 길을 생태도로 관점에서 한국도로학회 연구자들과 함께 답사하며, 가을철 빼어난 경관을 감상하면서 생태통로, 비탈면 보호공법, 재해방지 시설, 환경시설 등이 어떻게 설치되었고 관리되고 있는지 살펴보았다.

이 구간의 유일한 생태통로는 준공 후 유지관리와 모니터링의 문제점이 여실히 드러나고 있었다. 특히, 일본 오니코베 에코로드에서 자연환경에 대

한 철저한 모니터링과 조사 결과를 반영하여 체계적인 유지관리를 수행하고 있는 것과 대비가 되었다. 특히, 이러한 친환경·생태도로를 유지하기 위해서는 꾸준한 모니터링과 체계적인 유지관리를 통해 복구의 완성도를 높이고 지속가능성을 확보해야 할 것이다.

또한 흘림골 부근 길가에 들어가 외로이 서 있는 ‘공병기념비’는 6년에 걸친 육군 장병들의 피와 땀, 개척정신이 오롯이 배어있는 한계령 길에서 가장 의미 있게 새겨야 할 유산이지만, 후세의 사람들은 무심하게 지나치며, 차량 접근조차 어려운 상태여서 길손들이 눈에 담지도 못하고 그저 스쳐가고 있어 안타까운 마음이 가득했다.



한계령 길은 소중한 유산으로 관리되어야 할 보존적 가치가 있으므로 한계령휴게소, 공병비, 한계령의 자연생태, 도로문화, 개척과 복구과정 등을 홍보하는 공간과 프로그램을 마련하여 도로 이용자들에게 환경적, 경관적 가치를 인식시켜야 할 필요가 있다. 생태도로 전문가, 도로경관 전문가에 의한 전문적 관점에서 유지관리를 통해 관광상품으로 자리를 잡는 방안에 대한 연구도 필요해 보였다.

더불어 문화와 관련된 도로유산과 자료를 찾고 수집하여 자연과 역사, 문화, 삶이 함께하는 스토리텔링이 흐르는 ‘아름다운 문화유산’으로 자리매김하는 관점에서 접근하여 도로관리에 대한 인식과 공감대가 시스템으로 뿌리를 내려야 할 것으로 판단되었다.

앞으로는 한계령 인근의 국도 56호선 구룡령 옛길과 연계한 탐방로, 지방도 418호선 조침령 길, 점봉산자락, 천혜의 생태보고 진동계곡, 추대계곡 등과 연계한 친환경 도로에 대한 적극적인 홍보와 생태탐방로와 관광도로를 발굴하여 국민들에게 피부와 가슴에 와 닿는 ‘도로문화유산’으로 자리 잡도록 해야 할 것이다. 🇰🇷



한계령을 배경으로 한 '가을비 우산 속에' 포스터와 악보

손원표

길 문화연구원장
공학박사
기술사(도로/교통)
(wpshon54@naver.com)



세계를 향한 대한민국의 관문

— 제3연륙교 —

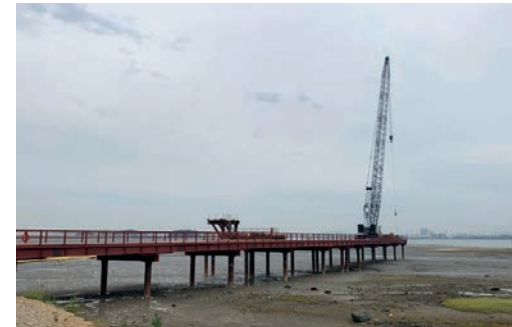


“바다를 가로지르는 대형 교량의 주탑에
전망대가 설치되는 세계 최초 교량”
“1공구는 한화건설, 2공구는 포스코 건설 시공 중”



영종대교·인천대교에 이어 세 번째 교량인 제3연륙교는 영종과 청라, 그리고 서울을 연결할

중심축이자 인천과 대한민국의 새로운 내일을 이어낼 '이음의 다리'이다. 현재 제3연륙교 건설이 2025년 완공되면 영종국제도시의 정주여건 개선, 인천국제공항 접근성 개선, 수도권 서부권역의 균형발전, 영종하늘도시와 청라국제도시의 개발 및 투자유치 활성화 등에 크게 기여할 것이다. 또한 제3연륙교 개통으로 세계 최고층 전망대가 설치되어 하늘, 땅, 바다를 체험하고 즐기는 최고의 관광플랫폼이 될 것이다.



교량기초 현장타설말뚝 제작시공,
1·2공구 공정 차질 없이 진행 중

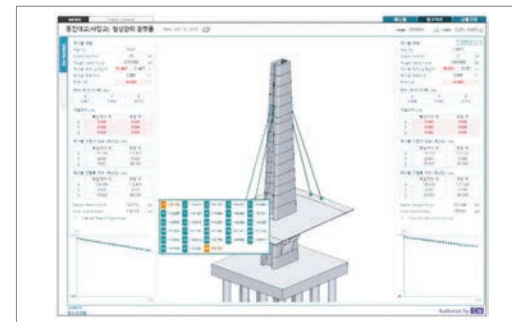
인천 중구 중산동에서 서구 청라동을 연결하는 제3연륙교 건설은 현재 1, 2공구 모두 본격 해상 공사에 들어간 가운데 (주)한화건설이 맡은 1공구(영종 측)는 가설교량을 설치 중이며, (주)포스코건설이 시공하고 있는 2공구(청라 측)는 교량 주탑 현장 타설 말뚝 시공이 한창이다. 인천경제자유구역청은 입찰 참가자 간 기술 경쟁을 통한 실시설계 기술제안 방식을 도입했고 54개월이었던 공사기간을 48개월로 단축시켜 사업을 진행시켰다. 총사업비 약 6,500억 원이 투입되는 제3연륙교는 길이 4.681km에 폭



30m의 왕복 6차로 교량이다. 인천 육지에서 영종도를 연결하는 3개의 교량 중 유일하게 보도와 자전거도로도 포함됐다. 2025년 개통을 목표로 현재 1공구가 8%, 2공구가 11%의 공정률을 각각 보이며 본격적인 해상 공사를 진행 중이다.

포스코건설, 사장교 건설에 BIM,
초고강도 케이블 등 최고 기술력 선보여

제3연륙교는 인천대교에 이어 국내 2번째 규모의 사장교로 주탑과 주탑 간의 거리인 주경간장이 560m, 주탑 높이 180m로 설계됐다. 특히 주탑 전망대는 현재 세계에서 가장 높은 미





국 페넌스콧 내로스 교량 전망대인 128m를 넘어설 전망이다.

포스코건설은 교량 BIM을 활용한 사장교 형상 관리 기술을 자체 개발해 제3연륙교 제2공구를 비롯해 국도 77호선 여수 화태-백야 연륙연도교 건설공사, 새만금 남북도로 2단계 건설공사 등 국내 최초로 사장교 건설에 적용해오고 있

다. 사장교 BIM 형상관리는 케이블의 장력과 주탑, 보강거더의 형상을 오차 없이 시공하기 위한 핵심관리 기술로 고도의 구조해석과 분석 능력이 요구되는 건설기술이다. 특히, BIM을 활용하게 되면 시공관리자는 가설공사와 사장교 형상관리 계획을 BIM 건설 시뮬레이션에서 수립하고, 시공과정에서 발생하는 오류를 사전

에 검증해 공기를 단축할 수 있다. 안전관리자는 공정별 안전관리 위험요소를 시각적으로 확인해 신속한 대응이 가능하다.

또한 사장교 시공에서 가장 중요하다고 볼 수 있는 초고강도 케이블 기술을 통해 ‘사장교 케이블 균등긴장 기술’도 현장에 적용하였다. 이 기술은 몇 년 전까지만 해도 독일 등 유럽에 기술을 의존해 왔으나, 포스코가 세계 최초로 인장강도 2160MPa인 초고강도 케이블 Pos-Cable을 개발해 광양시 태인동과 금호동을 잇는 태금교와 노화-구도 연륙교, 화태-백야, 새만금 남북도로에 성공적으로 적용해 기술력을 입증하고 있다. 포스코건설은 특수교량 분야 설계·시공 기술력으로 경쟁력을 확보하며 그 입지가 더욱 견고해지고 있다.

문화, 관광, 스포츠를 더한

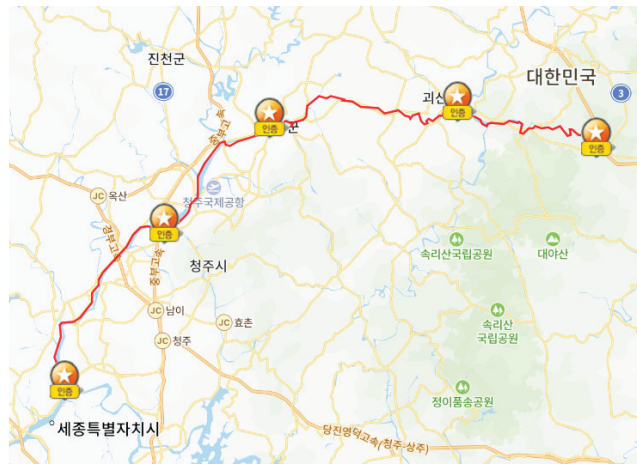
스포테인먼트 교량

인천경제자유구역청은 2025년 말 완공이 목표인 제3연륙교를 영국 런던의 타워브릿지와 호주 시드니 하버브릿지와 같은 글로벌 관광명소로 만들기 위한 관광자원화 사업이 순조롭게 진행되고 있다고 밝혔다. 특히, 제3연륙교를 우리나라의 랜드마크이자 관광의 전초기지로 만들기 위해 ‘제3연륙교 메타브릿지 파크(가

칭)’ 사업도 추진하고 있다. 제3연륙교는 멋진 외관뿐 아니라 교량 위에서 하늘·땅·바다를 체험하고 즐기는 관광 플랫폼으로 만들어진다. 제3연륙교는 세계 최초로 바다에 위치한 주탑에 전망대가 설치된다. 앞서 건설된 인천대교나 영종대교와 가장 차별화되는 부분으로 한국이 보유한 세계 최고 수준의 교량 기술을 알리는 이정표가 될 전망이다. 또한 에지워크, 클라이밍 등 다양한 스포츠 시설을 설치하는 방안도 추진 중이다. 아울러 주탑 상부에는 바다와 정서진의 노을 풍경을 감상할 수 있도록 투명 전망 엘리베이터와 질라인 등을 설치하고 교량 하부에는 보행데크 등도 검토 중이다. 이와 함께 총 길이 4km에 달하는 교량을 배경으로 미디어 연출·조명 기술로 초대형 미디어아트를 감상하는 세계 최대 규모의 ‘XR미디어아트&무빙라이트 디스플레이’를 통해 제3연륙교를 야간예술문화의 장으로 만드는 것도 검토되고 있다. 제3연륙교가 관광 트렌드를 이끄는 ‘스포테인먼트(Sports+Entertainment)’ 교량으로서 세계 최초 멀티 익스트림 브릿지가 될 전망이다. 제3연륙교가 세계 최초 하늘·땅·바다를 한 번에 체험하고 즐길 수 있는 국제적인 랜드마크가 될 수 있기를 바란다. 🇰🇷

자료와 사진을 제공해준 인천경제자유구역청과 (주)포스코건설에 깊이 감사드립니다.

자전거 도로 정보 4편 - 오천자전거길 -



코스정보	행촌교차로(시점) - 생천 - 산막이 옛길 - 달천 - 괴강교 - 괴산읍내 - 성황천 - 보강천 생태공원 - 백로공원 - 미호천 - 팔경교 - 청북토성 - 문암생태공원 - 연꽃공원 - 합강공원(종점)
전체거리	종주노선 105km
난이도	소요시간 6시간 30분

다섯 개(五) 하천(川)을 따라 새재와 금강을 잇는 오천 자전거길

충북 괴산군에서 증평, 청원을 거쳐 세종시까지 쌍천, 달천, 성황천, 보강천, 미호천 총 다섯 개의 수려한 하천을 따라 조성된 자전거길이라는 의미로 오천자전거길이라 이름 붙여진다. 자연 그대로의 모습을 훼손하지 않고 조성된 이곳은 조그마한 오솔길, 독방을 따라 너른 논과 밭, 하천을 달리며 감상하는 코스로서 정겨운 고향에 온 듯한 여유와 편안함을 선사해 줄 것이다.

오천자전거길은 그동안 많은 사랑을 받아온 국토종주자전거길 중 새재와 금강을 연결하는 코스로, 이제 수도권이나 영남권에서 새재를 거쳐 세종시까지, 다시 금강변을 따라 서해까지 이어지는 지역 간 소통의 자전거길로 자리매김하고 있다.



① 달천과 성황천이 만나는 그림 같은 비경 괴강교

달천을 따라 흐르는 자전거길이 성황천으로 뻗어 나가는 길목에 1953년에 가설된 괴강교라는 오래된 교량이 있다. 괴강교는 도로가 새로 나면서 철거예정이었으나 역사적, 교육적인 가치를 감안해 보존하고 있다고 한다. 교량형식은 게르버교로 연속 교량의 중간 중간에 경첩을 적당히 달아 고정된 구조의 교량이다. 이 교량은 과거 괴산군민들의 정서를 간직해 오면서 괴산과 칠성을 연결하는 역할을 해왔다. 현재는 자동차가 통행을 하지 않고 있으나 자전거길과 일부 관광객들만이 걸어서 통행을 하고 있다. 자전거길로 새로 태어난 괴강교에서 바라보는 풍경은 가히 오천자전거길 제일의 비경이라 할 만큼 빼어나며, 조금 더 편안하게 풍광을 감상할 수 있도록 전망시설이 갖추어져 있다.

② 철새와 연꽃의 아름다움에 취하는 미호천

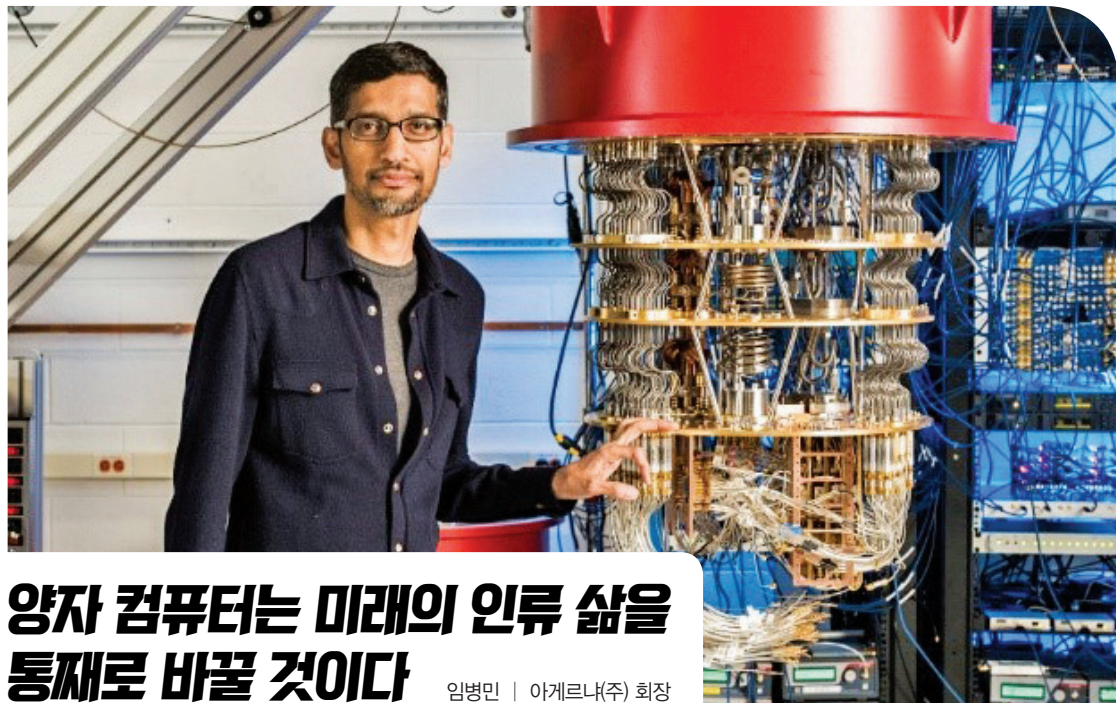
미호천은 충청북도 음성군 부용산에서 발원하여 금강으로 합류하는 하천이다. 미호천 양안의 퇴적물로 이루어진 모래톱과 수변 식생이 어우러져 하천 습지가 발달하였다. 미호천 자전거길은 백로, 청둥오리 등의 철새와 끊임없이 펼쳐진 갈대의 어우러짐을 느낄 수 있다. 또한 세종시에 이르면 수 만송이의 연꽃이 만발한 연꽃공원의 아름다움을 봄에서 가을까지 즐길 수 있다. 미호천을 따라 달리는 라이딩은 마치 자연의 품안에서 뛰노는 신선과 같은 신비로움을 선사해 줄 것이다. 🇰🇷

참고자료

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

(다음 호에 계속) - 자전거 도로 정보 5편





양자 컴퓨터는 미래의 인류 삶을 통째로 바꿀 것이다

임병민 | 아케르내(주) 회장

Google CEO인 선다 피차이(Sundar Pichai)가 개발한 양자컴퓨터 (사진출처 : Google)

재미있는 양자 역학은 전자(electron), 원자(atom), 분자(molecule), 광양자(light quantum), 중성자(neutron) 등 사람의 감각으로 식별할 수 없는 작은 입자와 파동이며, 인간이 물질을 연구하는 분야로 우주의 신비를 연구하는 학문이라 할 수 있다. 태양에서 자기는 20세기 초 태양이 방출하는 빛의 스펙트럼(가시광선 빛의 띠)에 미치는 영향에 의해 발견되었다. 그 이후로 더 강력한 망원경으로 우주를 깊숙이 들여다보면서 그 분야가 어디에나 있다는 것을 알게 되었다. 그리고 과학자들은 모든 종류의 실용적인 응용이 가능한 영구 자석과 전자석을 만들고 사용하는 방법을 오랫동안 배웠지만 우주에서 자기장의 자연적 기원이 언제부터 인지는 알 수 없는 신비로 남아있다. 우리는 우주를 하나의 자기장 공간으로 생각한다.

자기장에 의해 빨려 들어가는 허리케인의 중심 모양 블랙홀은 자연에 의해 발생하는 에너지로 우주 어디에서나 볼 수 있다. 우주의 수많은 행성은 자화석과 같은 자화 광물과의 상호 작용을 통해 전기 전도성이 있는 대류 운동과 우주의 행성들은 자전과 공전이 어떤 식으로든 결합되어 자기장을 생성한 것이다. 이러한 비슷한 과정이 우주 전역에서 작동하고 있다. 그러나 별과 은하, 그리고 그 사이의 공간에서 전기 전도성 유체의 플라즈마(자유로이 운동하는 공간의 물질)는 극도로 다른 온도에서 전자가 원자에서 떨어져 나가는 물질의 상태다. 눈을 뜨고 보면 세상은 신비 그 자체이다. 풀 꽃 나무 작은 돌 하나까지도 어떻게 각각 다른 형태와 각각 다른 색상들일까? 그리고 각종 씨앗들은

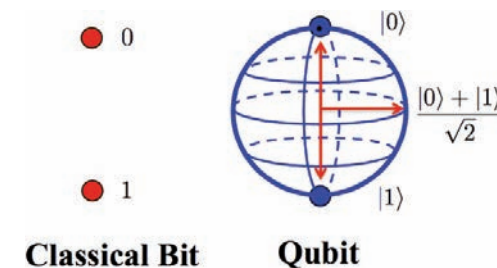


우주의 신비한 에너지 운동

눈을 뜨고 성장하며 각각 다른 동물들이 잉태하며 성장할까? 이 모든 것들은 우리가 말하고 연구하며 끊임없이 추구하는 양자 역학의 본질이다. 여기서 양자는 모든 물질을 이루는 물리의 최소 단위로 입자와 파동이며 우주 어디론가 에너지로 퍼져 있다. 철학자와 신학자에게 질문하였다. 그리고 많은 사람들도 공감하고 있는 답변이었다. 그렇다면 우주는 누가 만들었으며 우주를 만든 창조의 형상은 어떤 형상 인가를 질문했더니 거대한 소용돌이 모양 에너지라는 것이다.

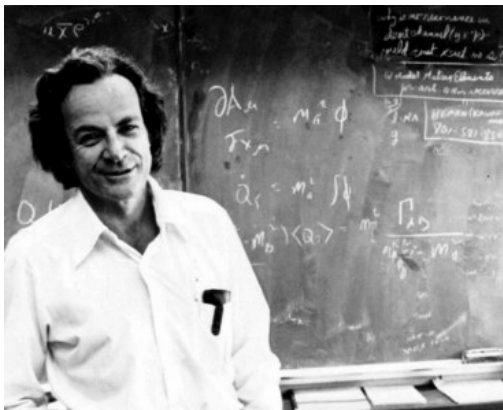
기존 컴퓨터가 해결하는 데 몇십 년이 걸릴 정도로 어려운 문제로 오늘날 이론상 불가능하다고 여겨지는 계산 문제를 쉽게 풀 수 있었다. 오늘날 우리가 사용하고 있는 컴퓨터는 비트 컴퓨터다. 그리고 현재 개발 중에 있는 다음세대 쿼텀컴퓨터는 큐비트 컴퓨터다. 간단하게 비트컴퓨터 원리가 2진법을 응용하여 8개 비트를 묶어 한 단위

로 바이트라 했다. 실제로는 1바이트가 7개 비트인데 그 중 한 개 비트는 7개 비트의 오류를 체크하는 체크 비트다. 진법이란 수학을 표기하는 기법의 하나로서 우리가 사용하고 있는 컴퓨터는 0과 1을 사용하는 2진법 구조는 8개 비트를 1바이트라 하며 16비트 32비트 64비트 등으로 표기한다. 미래의 쿼텀 컴퓨터 즉, 큐비트 컴퓨터는 중첩(superposition : overlap), 얽힘(entanglement : tangle), 관측(measurement : monitor)을 기초로 만든 큐비트 양자진법 컴퓨터다.



1982년 세계에서 처음 양자컴퓨터를 언급한 코넬

대학교 리처드 파이만 교수가 복잡한 물리계를 연구하려면 양자 현상을 이용하는 컴퓨터가 필요하다고 하였으며, 그후 양자 컴퓨터로 풀어야 할 쇼어 알고리즘 그로버 알고리즘 등이 발표되어 쿼텀 컴퓨터의 필요성을 알게 되어 폭발적인 연구가 시작되었다. 미래 큐비트 컴퓨터는 중첩, 얽힘, 관측을 기초한 표기법을 다르게 할 수 있다. 큐비트 컴퓨터 기호는 현재 양자상태를 표기하는 기법으로 브라-켓 표기법이다. 브라(가로 백터)-켓(세로 백터)으로 백터는(양자역학에서 크기와 방향이 정해지는 양) 브라-켓 표기법 부호를 $|0\rangle$ 사용한다. 양자 회로 게이트는 Pauli (X,Y,Z) gate, Hadamad gate, SWAP gate, Phase gate, SWAP gate, Controlled(CNOT,CX,CZ) gate, Toffoli(CCNOT,CCX,TOFF) gate 등은 파이스언어로 양자 회로(Circuit)를 구현하여 양자회로를 돌려 볼 수 있으며 파이스와 연동하여 지속적으로 발전하고 있다.



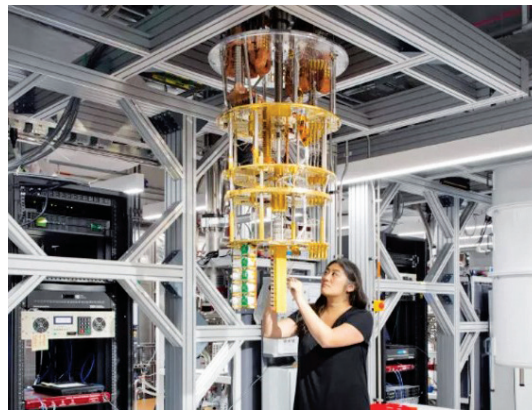
양자컴퓨터를 최초로 언급한 코넬대학교 리처드 파이만 교수

초전도체 특징은 완벽하게 반자성이며 자기장을 밀어내며, 자기장은 도체에 전류를 유도하고 반대로 전류는 자기장을 유도한다. 자석이 초전도체에 접근하면 초전도체에 전류가 유도되며 전류에 대

한 저항이 없기 때문에 전류는 계속 흐르고 따라서 자체 자기장을 유도하여 자석의 자기장을 밀어낸다. 이러한 우주의 균형의 알고리즘을 풀기 위하여 중첩, 얽힘, 관측을 응용한 쿼텀 컴퓨터만이 가능할 것이다.

큐비트는 기존 컴퓨터의 비트에 해당하는 양자 컴퓨터 정보 단위다. 큐비트 증가 수와 큐비트 연산 error 율을 없애는 안정성이 미래의 관건이다. 큐비트 컴퓨터는 저온을 유지해야 하는 장치의 특성상 저온에 필요한 장비에서 나오는 노이즈를 줄이는 기술이 시간이 지남에 따라 큐비트가 오류를 줄이며 발전하고 있으며, 큐비트 수량도 증가하고 있다. 언젠가 우리는 누구나 인터넷 클라우드를 통해 양자 컴퓨터가 처리한 결과 값을 액세스 할 수 있을 것이다.

현재는 양자 컴퓨터가 어떻게 작동하는지 경험하고 실험을 하고 이것으로부터 어떻게 이점을 얻을 수 있는지 확인할 수 있는 단계다. 양자 컴퓨팅 개



성능 향상과 여러 개의 큐비트

발에 연구를 가속화하고 상용 애플리케이션을 출시하고 기업의 이용 사례를 준비할 수 있도록 하며 상업적으로 접근할 수 있는 가장 큰 양자 컴퓨터는 20큐비트였지만 IBM은 최근 연구소에서 약



120큐비트 이상을 늘리고 있다.

양자 컴퓨팅은 인간이 자연을 이해하고 특히 시뮬레이션 하는데 도움이 되는 기존 컴퓨터에는 없었던 문을 열 것이다. 이것은 0과 1이 작동하는 방식으로 기존 비트 컴퓨터와 다른 중첩, 얽힘, 관측을 기초로 하여 기존 컴퓨터(bit computer)로 몇십년 걸려서도 풀 수 없었던 양자 알고리즘을 단시간만에 풀 수 있었다.

많은 사람들은 개인의 양자 컴퓨터를 구축할 필요가 있다고 생각할 것이다. 그러나 양자 컴퓨터는 우리 세대 인터넷 클라우드 환경에서 Access 할 수 있도록 먼저 도움을 줄 수 있을 것이다. 오픈 소스를 유지하고 실생활에서 사용 사례를 발전시키는 것은 절대적으로 중요하다. 사람들은 양자 컴퓨터의 잠재력에 대해 현재 비트 컴퓨터와는 차원이 다른 미래에 일어날 일들을 확실히 예측할

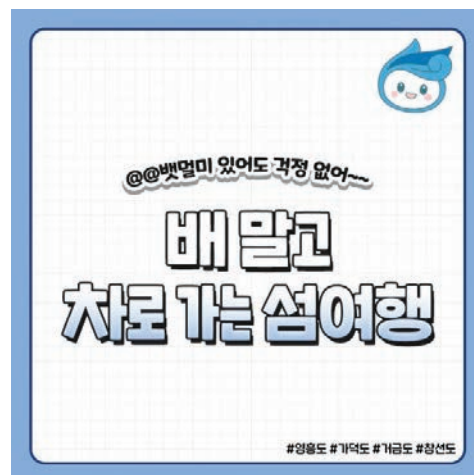
수는 없을 것이다.

양자 컴퓨팅은 지구 환경, 항공 우주 설계, 유틸리티(핵융합), 폴리머 설계, 기계 학습, 인공지능(AI), 빅데이터 활용 및 보안, 금융, 군사 및 정보, 약물 설계 및 발견, 항공 디지털 분야에 크게 기여할 수 있다. 또한 양자 컴퓨터는 정보의 안전한 공유를 개선하는 데 사용될 수 있으며, 나아가 우주를 레이더로 탐지하는데 양자 컴퓨팅이 도움될 것이다. 양자 컴퓨터의 미래는 우리가 생각하는 예측 이상일 것이다. 🇫🇷

임병민(Mr.IBM)
immelaverse@naver.com

배 말고 차로 가는 섬 여행지 4선

섬 여행은 가고 싶지만 뱃멀미가 걱정된다면?
차로 갈 수 있는 섬으로 떠나보자!



1. 인천 영흥도 (인천광역시 옹진군 영흥면)

- 2001년 개통된 영흥대교를 통해 갈 수 있음
- 수도권에서도 1시간 남짓 달려갈 수 있는 섬
- 장경리 해수욕장, 용담해변과 바지락칼국수가 유명함



2. 전남 거금도 (전라남도 고흥군 금산면)

- 2009년 개통된 소록대교, 2011년 개통된 거금대교를 통해 갈 수 있음
- 낙타 모양의 섬으로, 독특한 모양의 자갈이 있는 몽돌해변이 유명함
- 섬 전체를 휘감아 도는 드라이브 길이 펼쳐져 있음



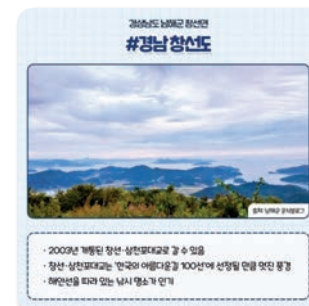
3. 부산 가덕도 (부산광역시 강서구 가덕도동)

- 2010년 개통된 거가대교를 통해 갈 수 있음
- 수많은 산과 절벽이 자아낸 풍경이 빼어나기로 유명함
- 감칠맛이 뛰어난 대구와 송어가 특산물



4. 경남 창선도 (경상남도 남해군 창선면)

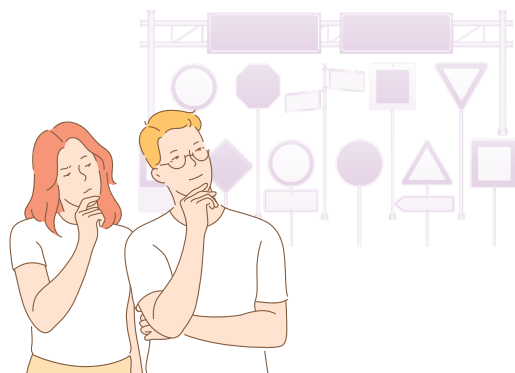
- 2003년 개통된 삼천포대교 · 창선대교로 갈 수 있음
- 창선 · 삼천포대교는 '한국의 아름다운길 100선'에 선정될 만큼 멋진 풍경
- 해안선을 따라 있는 낚시 명소가 인기



출처 : 해양수산부, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr), 한국관광공사(korean.visitkorea.or.kr)

도로 표지판에 숨겨진 의미는?

도로 표지판만 봐도 도로의 방향과 도로 종류를 알 수 있다?
잘 몰랐던 도로 표지판의 숨겨진 의미들을 알려드릴게요!



💬 이번 주말에 차 타고 부산 내려간다며? 홀수 번호 도로 타고 가겠네?

💬 도착지만 듣고 내가 이용하는 도로 번호가 홀수인지 짝수인지 어떻게 알 수 있어?

- 남-북 방향 도로는 홀수 번호
 - 오른쪽으로 갈수록 도로 번호가 10씩 커짐
 - 예) 15, 25, 35
- 동-서 방향 도로는 짝수 번호
 - 위쪽으로 갈수록 도로 번호가 10씩 커짐
 - 예) 10, 20, 30

💬 아하! 서울에서 부산은 남-북 방향이라서 홀수 번호 도로를 타고 내려가는 거구나?

💬 도로 표지판 모양만 봐도 도로 종류를 알 수 있어!

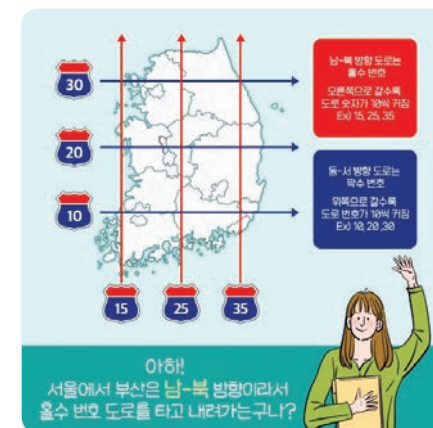
- 고속도로 : 자동차만 다닐 수 있는 자동차 전용 도로
- 일반국도 : 전국 주요 도시를 연결하는 기간망 도로
- 특별시도 · 광역시도 : 해당 도시의 주요 도로망과 주변 지역을 연결하는 도로
- 지방도 : 도 또는 지방자치도의 관할 구역에 있는 도로

💬 이제 이 표지판이 어떤 의미를 담고 있는지 알겠지?

💬 50번 고속도로니까 동-서 방향 도로이고, 인천을 향해서 갈 수 있는 도로야!

내비게이션에 익숙해져 도로 표지판을 인지하지 않고 운전하는 요즘!

자동차 여행을 떠날 때 도로 표지판을 확인하며 여행지로 떠나보면 어떨까요?



출처 : 국토교통부, 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)

도로사업 관련 베트남 PPP법의 문제점과 개선방향¹⁾



모창환 | 한국교통연구원 선임연구위원

1. 베트남 도로PPP 법제 현황

베트남 정부는 급속한 경제성장에 따른 사회간접자본(인프라) 수요를 충족하기 위해 민간재원을 활용한 새로운 재원조달방안의 활성화를 모색하고 있다. 그동안 베트남 정부는 지침에 의해 분산적으로 PPP사업을 수행하였는데, 2020년 6월 Law on Investment in the Form of Public-Private Partnership(PPP법)을 제정하고 2021년 1월 법을 시행하였다.

1.1 베트남 PPP법 제정 목표와 이유(2020)

지난 10년간 베트남의 높은 경제성장률은 인프라 병

목 현상에 직면해 있다. 세계은행에 따르면 베트남 인프라 사업에 매년 250억 달러의 자본투자가 필요하다²⁾. 베트남 정부가 지난 몇 년간 재정적자를 기록하면서 자체적으로 재정건전화 유지를 위해 국내총생산(GDP) 대비 65% 부채한도 상한선을 설정하여 해외차관도입도 제한하고 있다. 베트남 재정은 경제성장에 따라 요구되는 인프라의 수요충족을 위한 재원을 자체적으로 조달하지 못할 것으로 예측된다.

베트남의 인프라사업은 민간부문의 자금 지원이 절실히 필요하며, 민관공동협력(PPP) 방식을 통한 재원조달방안이 해결책을 제시할 수 있을 것으로 베트남 정부는 기대하고 있다. 이에 베트남은 PPP사업에 대한

통합된 법적 체계를 만들었으며, 정부재정 부족으로 인해 인프라 투자를 못하는 상황을 극복하기 위해 민간의 수익극대화 동기를 공공이익 증대에 활용하려 하고 있다.

1.2 법 제정 전 PPP사업의 운영

PPP사업의 계약형태는 주로 BT(Build-Transfer), BOT(Build-Operate-Transfer)이었다. PPP법 제정 전 교통부문의 PPP사업 건수는 총 220건으로 투자비는 672조동(약 290억불)규모이고, 이 중 132건 사업이 건설 완료하여 운영 중이다³⁾. 총 220건 중 53.6%인 118건은 BOT 사업, 45%인 99건은 BT 사업, 2건의 BOO 사업, 1건의 BOT와 BT가 결합된 복합유형이다⁴⁾. 2020년 제정된 PPP법에서 건설비의 보상을 공공토지로 하는 BT는 민간사업자에게 과도한 특혜를 준다는 이유로 PPP사업유형으로 인정하지 않고 있다.

PPP법 제정 전 PPP 방식으로 진행된 총 336건 사업 중 도로교통사업은 211건으로 약 63%를 차지하고 있다⁵⁾. 교통 부문 PPP 사업으로는 도로 211건, 공항 3건, 항만 3건, 내륙수로 2건, 자동요금징수(ATC) 기술 관련 1건으로, 약 96%가 도로 사업이며 철도 사업은 아직까지 진행되지 않았다⁶⁾. 교통 부문 PPP 사업 중 30%는 베트남 교통부가 주무부처이며, 70%는 각 지방정부가 담당하고 있다⁷⁾.

1.3 베트남 PPP법 제정과정

베트남은 2020년 이전 시행령 등으로 민간투자사업을 운영하였다. 법률 제정 없이 지침에 의거 민간투자사

업을 분산적으로 진행해왔다. 2016년 베트남 정부(수상)에 의해 Decision No.2048/QĐ-TTg25과 2018년 6월 발효된 PPP 사업관리에 관한 시행령 63(Decree 63/2018/ND-CP)을 제정하여 민간투자사업을 시행하였다.

2019년 베트남 투자기획부(MPI)는 지침형태의 민간투자사업 법령을 민간투자 활성화라는 목표하에 법률로 상향 제정 추진하였다. 2020년 6월 이 법안이 국회를 통과하여 PPP법의 제정을 완료하였다. 이후 2021년 1월 시행을 한 이 법을 지원하기 위해 Decree No.28/2021/ND-CP(2021.3.26), Decree No.35/2021/ND-CP(2021.3.29), Circular No.09/2021/TT-BKHDT(2021.11.16), Circular No.09/2021/TT-BGTVT(2021.11.22) 등의 시행령과 규칙을 제정하였다.

2. 베트남 도로PPP 법제 문제점

2.1 도로수요예측 위험분담체제 결여

미래 도로교통 수요는 통행료 수준과 함께 사업자의 수입을 결정하는 가장 중요한 요소이다. 베트남 PPP법은 도로사업에서 가장 중요한 수요예측위험의 분담에 대한 조항이 없다. 수요예측 실패는 항상 발생하며, 이로 인한 민간투자사업자의 손실에 대해 정부와 지방정부의 위험 분담이 필요하다. 장기적 도로수요예측은 큰 오차가 발생하며, 그런 오차는 불가피하다. 특히, 20~30년 후 수요예측의 정확성 기대는 충족되지 쉽지 않다. 장기 교통수요 예측치를 맹신하면 안 되며,

3) 수출입은행(2019), 『2018/19 KSP 건설·인프라 정책자문: 베트남 PPP 법 제정 및 프레임워크 개발계획 수립 지원』, p.24.

4) 수출입은행(2019), p.24.

5) 수출입은행(2019), p.26.

6) 수출입은행(2019), p.25.

7) 수출입은행(2019), p.25.

1) 모창환(2022), "베트남 도로 PPP 법제 개선방향," 5th Vietnam-Korea Road Conference Meeting Documents, 11월 17일, 국토교통부, pp.121-132. 발표자료를 서술식으로 풀어 쓰고, 새로운 자료를 일부 추가함.

2) The World Bank(2019), "World Bank Ready to Help Vietnam Meet Growing Infrastructure Demands," 25 Feb. (www.worldbank.org/en/news/2022.10.11)

정책결정에 있어 하나의 참고자료로만 봐야 한다. 세계은행(WB), 국제통화기금(IMF) 등 세계 최고의 경제기관도 1년 후 국가별 경제성장률 예측도 항상 틀린다. 세계에서 가장 우수한 수십 명의 경제전문가가 참여한 경제성장률 예측치도 자주 틀리기 때문에 매년 분기별로 예측치를 수정하여 발표를 한다. 경제성장률은 교통수요예측의 핵심적 기초자료인데, 이 예측이 틀리면 교통수요 예측도 정확하지 않을 가능성이 높다. 또한 베트남과 같이 정치경제적으로 역동적으로 변화하는 사회에서 도로교통수요를 정확히 예측하기에는 돌발변수가 너무 많다.

2.2 교통수요예측을 위한 교통기초자료 미흡

장기 교통예측의 구조적 한계에도 불구하고 어느 정도 실재에 근접한 예측을 하려면, 신뢰성이 있는 통행기초자료가 잘 구축되어 있어야 한다. 베트남은 전국 출발-도착(OD) 통행자료가 체계적으로 구축되어 있지 않다. 신뢰성이 부족한 자료를 활용하여 미래 교통수요예측을 하면, 상당히 큰 예측오차를 가져올 수밖에

없다. 아무리 최점단의 소프트웨어와 현란한 모델을 사용해도 기초자료가 정확하지 않으면 신뢰성이 있는 결과물이 나올 수가 없다. 베트남은 교통망 계획 및 유지관리에 필요한 교통자료 및 정보의 체계적인 통합관리가 필요하며, 자료의 투명한 공개와 통행자료수집 관리체계의 구축이 시급하다. 정확한 교통수요예측은 도로PPP사업에서 가장 중요한 요소이다. 교통수요는 민간사업자의 수익성에 직접적으로 영향을 미치기 때문에, 정확한 도로교통수요예측은 절대적으로 중요하다. 미래 도로교통수요를 정확히 예측할 수 없다면, 도로사업의 재무적 타당성을 전혀 알 수 없다. 교통자료체계 구축은 지속적인 개선이 필요하여 오랜 시간이 걸리고, 신뢰성이 있는 국가교통조사자료를 구축하려면 교통데이터베이스(DB) 관리 등에 대한 높은 전문성이 요구된다. 주기적으로 전국적 통행실태 설문조사, 빅데이터 자료 조사분석 등을 위한 많은 예산도 필요하다.



2.3 통행료 인상 관련 손실보상체제 부재

어느 나라나 통행료 인상은 도로이용자의 반발로 쉽지 않다. 인·면허 규제와 PPP사업 감독권을 갖고 있는 정부와 지방정부를 상대로 민간사업자가 강하게 통행료 인상을 주장하고 관철시키기는 어려운 사업구조이다. 정치적 이유로 인해 정상적으로 통행료 인상이 안 되면, 민간사업자는 손실을 보고 파산하게 될 것이다. 베트남에서 통행료 인상을 위해서는 재무부 및 지방인민위원회 승인이 필요하다. PPP법에서 통행료의 조정이 가능한 것으로 되어 있으나, '가격 및 요금에 관한 법률'의 규정을 따라야 한다. 통행료 인상에 대한 시민 반발 시 정부 승인의 취득은 불가능할 것이다. PPP법에서는 정치적 이유로 통행료 인상이 안 되었을 시 그 손실에 대한 보상조항이 없다. 실시계약에서 정한 통행료 인상계획에 대한 보장이 없으면, 장기간 안정적인 통행료 수입을 확보하지 못하고 민간투자회사는 시장에서 생존하지 못할 것이다. 시민의 반발로 통행료 인상이 안 되거나 통행료 부과를 못할 때, 손실분 전체를 중앙정부나 지방정부가 민간사업자에게 자동으로 손실보상을 하는 PPP법 체계가 구축되어 있지 않다.

2.4 민간투자자의 높은 위험분담과 손실분담 규정의 불명확

현재 PPP법의 위험분담규정은 민간투자자에게 불리하게 되어 있다. PPP법에서 민간투자사업자가 실시협약의 수입액 기준 125% 이상 높은 수입을 올리면, 그 초과분은 정부와 투자자 사이에 50:50으로 공유되도록 규정되어 있다. 이에 반해, 사업의 수입이 실시협약보다 75% 미만으로 낮으면, 정부는 정책과 계획에 변화가 생겨 수입 확보에 영향을 줄 때만 계약수입의 75%를 기준으로 투자자와 손실을 50:50으로 분담한다. 초과수입의 배분은 아무 전제 조건 없이 정부와 민

간투자자가 공유하지만, 손실 발생 시 특정조건에 해당할 때만 정부와 손실을 분담하게 되어 있어 민간투자자가 정부에 비해 더욱 높은 위험을 분담한다. 무엇보다 손실분담은 조건 해석과 시행에 있어 불명확하다. 실시협약서에 규정된 재무계획 상의 매출 대비 실제의 매출액이 75% 미만인 경우, 정부와 투자자는 다음 4개 조건을 완전히 충족할 때에만, 그 차액을 각각 50% 분담한다: 1) BOT, BTO, BOO 계약 유형일 것, 2) 관련 계획, 정책 및 법률의 변경으로 인해 실제 수입이 실시협약의 약정 수입보다 적을 경우, 3) 관세, 제품, 서비스 수수료 또는 계약기간을 조정하기 위한 모든 조치를 이행했지만, 여전히 매출액이 75% 미만일 것, 4) 국가회계감사원의 매출감소 감사를 완료했을 것. 첫째 조건은 명확하지만, 둘째부터 넷째 조건은 불명확하다.

2.5 갈등 및 분쟁에 대한 베트남 국내 법원 담당

PPP 실시협약 및 기타 관련 문서는 베트남 법률이 준거법으로 적용된다. 외국의 투자자는 PPP 사업의 실행을 위해 외국 대출기관에서 자금을 조달해야 한다. 특히, 외국 대출금융기관은 법적 갈등 해결을 위해 베트남 법률보다 국제적 법률의 적용을 선호하며 더욱 공정하다고 생각하는 측면이 있다.

PPP법에서는 민간투자사업 갈등 및 분쟁 해결과 관련하여 베트남 국내법원만 담당하도록 하고 있다. 이 법은 사업 갈등과 분쟁에 대해 베트남 국내법원에서만 소송하도록 하고 있기 때문에 외국투자자가 사업에 참여하기에는 너무 큰 위험을 짊어져야 한다. 도로 PPP 사업은 수십 년간 운영을 해야 하므로 많은 분쟁이 발생할 수 있으나, 사업 관련 인·면허권과 감독권을 보유하고 있는 정부나 지방정부를 상대로 베트남 법원에서 소송을 하는 것은 근본적으로 한계가 존재한다.

2.6 도로 PPP사업의 통합적 관리체계 미흡

도로 PPP사업에 대한 사후적 성과평가와 관리체계를 구축하기 위한 법규가 없다. 전체 PPP사업의 60% 이상이 도로사업이며, 특히 교통사업의 90% 이상이 도로사업이다. 도로 PPP사업은 전체 PPP사업에서 가장 중요하며, 이 사업의 성공여부가 베트남 PPP 정책의 성공을 좌우하게 될 것이다.

사전적 PPP사업계획과 실시협약 체결도 중요하지만, 사업이 완공된 후 ‘제대로 운영이 되고 있는지’, ‘적정한 통행료 수준에서 시민에게 편리한 도로서비스를 제공하여 목표를 달성하고 있는지에 대한 사후평가와 관리가 중요하다. 이 평가와 관리를 위해 전국 통합적으로 PPP도로 관리체계를 지원하는 베트남 법규가 없다. 중앙정부 사업이거나 지방정부 사업이거나 상관없이 전국 통합적으로 도로 PPP사업을 전문적으로 관리하는 체계가 부재하다. 교통수요예측, 통행료 인상, 협상 및 계약 체결, 분쟁해결, 성과관리 등에 대한 높은 수준의 전문성이 있는 관리조직이 필요하다.

2.7 민간투자자와 정부 및 지방정부간 권리와

책임 불분명

베트남 PPP법은 민간투자자의 법적 권리와 책임이 불확실하다. PPP 도로사업의 수행에 있어 민간투자자의 법적 권리가 불확실한 부분이 있기 때문에 법적 문제 발생 시 민간투자자의 책임소재의 범위가 불분명하다. 또한 민간투자자의 수익확대를 위한 시설의 이용권한과 휴게소 등 부대사업을 할 수 있는 권한이 매우 제한적이다, 이에 반해 정부와 지방정부의 민간투자 사업 운영에 개입할 수 있는 재량권의 범위가 제한없이 열려 있다.

베트남 PPP법은 정부 및 지방정부와 민간투자자간 관

계가 불균형적으로 설정되어 있다. PPP사업의 인·면허권과 감독권을 보유한 정부와 지방정부이기 때문에 민간투자자는 정부 및 지방정부 관계에서 위축될 수밖에 없다. 민간투자자와 정부 및 지방정부의 법적 권리와 책임의 세부적 내용이 분명하지 않다.



3. 도로PPP 활성화를 위한 베트남 법령 개정방향

2022년 11월 17일 개최된 한-베 도로협력회의에서 베트남 도로국 담당자의 설명에 따르면, 베트남 PPP법이 시행된 지 거의 2년이 지났지만 기대했던 PPP사업의 활성화는 실현되지 못하고 있다. 2022년 기준 완공되어 운영 중인 도로 PPP사업 54개 중 44개가 기대했던 수입을 기록하지 못하고 있으며, 그 원인은 수요예측치 대비 실제 도로교통량 부족, 정부방침에 따른 통행료 인하(Resolution No.35/2016/ND-CP dated on 16/05/2016), 실시협약의 예상 수입 대비 실제 수입증가율의 하락, 통행료 인상 불허, 경쟁 비통행료 도로 이용 증가 등이다⁸⁾. 이에 따라 베트남 도로국에서는 도로 PPP와 관련하여 추가적인 제도개선을 추진하고 있다고 한다.



3.1 도로교통 수요예측위험 분담체계구축

도로 수요예측위험을 민간투자자와 정부 및 지방정부가 분담하기 위해 단기적 최저수입보장제도(MRG: Minimum Revenue Guarantee)의 도입이 필요하다. 단기간에 정부가 정확한 교통수요예측을 위한 기초자료를 제공하지 못한다면, 미래 수요예측위험을 민간투자자와 정부 및 지방정부가 분담하기 위해 단기적 최저수입보장제도(MRG)의 도입이 요구된다. 최저수입보장으로 교통수요예측 실패로 인한 민간투자자의 파산위험감소와 민간투자자의 PPP사업 참여 확대에 기여할 것이다.

이와 함께 수요예측위험의 분담을 위해 최저수입보장제도의 문제점은 보완하도록 한다. 최저수입보장제도를 나쁜 의도로 이용할 수 있는 ‘과도한 수요예측’ 등은 교통정보센터나 교통수요검증 전문조직의 신설을 통해 재검증체제를 구축한다. 또한 최저수입금을 보장해주는 최저 실시협약 수요비율을 정해, 실제 통행수요가 협약 수요의 최저비율 이하가 될 경우에는 손실보상을 해주지 않는 방안 등도 검토해야 한다.

3.2 베트남 교통정보(DB)센터 구축과 운영

도로교통수요예측의 정확성 증대를 위해 법개정이 필요하다. 미래 도로수요예측의 정확도가 증가해야 민간투자사업의 활성화가 가능하다. 수요예측이 정확하면 통행료수입도 정확할 수 있어 사업위험 최소화 가능하다. 교통수요예측이 정확할 수 있다면, 최저수입보장(MRG)의 필요성이 적어진다. 우리나라에서는 통행기초자료의 신뢰성 향상으로 도로교통수요 예측의 정확성 증가를 통해 최저수입보장(MRG) 조항 삭제에 기여했다.

이에 따라 베트남 교통정보(DB: Data Base)센터 구축과 운영을 지원하는 법 개정이 시급하다. 예컨대 출발-도착(OD) 조사자료가 정확해야 정확한 수요예측이 가능하다. 교통정보(DB)의 문제점의 지속적 개선이 있어야 하고 정보 관리가 있어야 한다. 휴대폰 자료 등 빅데이터(Big Data) 기반 정확한 수요예측을 위한 기초자료의 제공이 요구된다. 정확한 통행기초자료 구축을 위해서는 대규모 예산투자자와 전문성이 필요하다. PPP 교통계획 수립 시 공공 교통정보 사용에 대해서

8) Nguyen Xuan Hung(2022), "Management & Operation of Road PPP Projects," In the Documents of 5th Vietnam-Korea Road Conference Meeting, Nov. 17, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, pp.135-143(p.141).

도 법적 의무화가 필요하다. 도로 등 모든 교통PPP사업 관련 수요예측 시 공공 교통정보 사용이 의무화되어야 한다. 도로 PPP사업뿐만 아니라 경제적 타당성 조사 시에도 공적 교통정보의 사용을 의무화해서 교통수요예측의 정확성을 증진시켜야 한다.

※사례 : 한국교통연구원의 국가교통데이터베이스(DB) 센터의 한국국가교통조사(National Traffic Survey) 사업(1998)

3.3 통행료수입의 안정성 확보

통행료 산정의 독립성과 안정성 확보를 위한 법 개정이 필요하다. 통행료는 도로이용자의 민원 대상이기 때문에 정치적 영향력에 취약하다. 정치적으로 통행료 인상이 되지 않는다면, 그 손실분에 대한 보상체제가 마련되어야 한다. 도로사업자가 통행료 인상이 되지 않아 파산을 하는 것을 방관하면, PPP사업은 실패를 하게 되고 정부는 무한책임을 지게 된다.

통행료 수입으로 투자비용과 적정이윤을 확보 가능하도록 법규를 개정해야 한다. 특히, 도로건설계획의 변경으로 인한 손실이 있다면 이에 대한 법적 보상체제가 마련되어야 할 것이다. 정부 정책 및 계획의 변화로 인한 민간도로사업의 통행료 수입의 감소를 초래하는 경우에 정부가 투자자의 권리를 보호할 필요가 있다. 예컨대 정부의 방침(Resolution No.35/2016/ND-CP)에 따라 통행료 인하를 했다면, 그 손실에 대해 보상을 해야 한다. 현재 PPP법은 일부에 대해 간접적 보장을 하나, 그 보장범위는 불명확하다. 민간투자자의 귀책이 아닌 정부정책 변경의 이유로 투자자의 수입이 감소하게 된다면, 정부가 전액 보상해야 할 것이다.

3.4 손실분담규정을 명확히 할 수 있도록 법 개정 추진

PPP법에 규정된 75% 미만 손실에 대한 손실분담의 4개의 전제 조건 중 둘째, 셋째, 넷째의 조건이 추상적이다. 이들 조건이 실제 어떤 경우에 적용되는 것인

지에 대해 분명하게 밝히는 법령 개정이 필요하다.

첫째, 정부는 정책과 계획에 변화가 생겨 수입 확보에 영향을 줄 때만 투자자와 손실을 분담하기 때문에 그 해당하는 정책, 계획, 법률 등이 무엇이며 그 변화의 범위에 대한 구체화가 필요하다. 둘째, 관세, 제품 및 서비스 수수료, 계약기간 등의 조정 조치를 구체화해야 한다. 관세 할인, 제품 및 서비스 수수료 감면, 계약기간 조정 등의 조치를 세부적으로 제시해야 할 것이다. 셋째, 국가회계감사원의 매출감소 감사완료의 의미를 명확히 해야 한다. 감사원의 매출감소 감사를 받으면 어떻게 해야 하고, 어느 기간 동안 감사를 받아야 하는 것인지, 감사완료의 의미는 무엇인지 등에 대해 법령에서 분명하게 제시할 필요가 있다.

3.5 갈등에 대한 국제 중재 및 소송 허용

베트남 PPP사업의 실시협약 체결 등 제반 법률적 사항은 베트남 법률이 준거법이나, 외국의 민간투자자는 베트남 정부나 지방정부가 계약위반 등 분쟁의 상대방인 경우에 그 분쟁의 해결을 위해 국제 중재재판소나 국제 법원에서 국제법을 적용하여 해결할 수 있기를 원하고 있다.

도로 PPP사업은 장기간이 소요되므로, 사업진행 중에 발생한 분쟁 소송이 생긴다면 국제중재재판소에 의해 해결을 할 수 있도록 법령을 개정할 필요가 있다. PPP사업분쟁 조정 시에는 제3국 국제법원의 중재가 가능하도록 법규정으로 명시해야 한다.

하지만 베트남 국내 법원에서 실시협약 위반 등 PPP분쟁을 소송으로 다룰 시 외국인투자자의 이해가 충분히 관철되지 않을 수 있다. 외국인 투자자의 소송 상대가 베트남 정부나 지방정부이기 때문이다. 이에 따라 외국투자자는 제3국의 법원에서 소송을 하여 객관적 판결을 받는 것을 허용하도록 법령 개정이 되어야 한다.

3.6 도로PPP 관리지원센터의 운영

베트남 도로PPP 관리지원센터의 역할은 PPP도로의 교통수요 예측과 실적 관련 자문 및 지원, 적정 통행료 및 운영비 산출 관련 자문 및 지원, 실시 협약 체결과 관련한 자문 및 지원, 갈등과 법적 분쟁에 대한 자문 및 지원, 재무 및 회계적 사항에 대한 자문 및 지원, 사후적 성과평가와 관리, 유지관리 및 운영에 관한 기준 및 운영평가 관련 자문 및 지원 등이다. 베트남 교통부는 도로PPP 관리지원센터의 설치를 위한 근거법령을 제정하고, 이 센터가 업무를 수행하는 데에 필요한 비용을 지원할 수 있도록 해야 한다. 베트남 교통부는 센터가 역할을 할 수 있도록 행정적 지원 및 권한을 위임하도록 한다.

※사례 : 한국교통연구원의 민자도로관리지원센터(2019)

3.7 민간투자자와 베트남 정부 및 지방정부간 동등관계 정립

베트남 정부는 법령 개정을 통해 민간투자자와 정부 및 지방정부의 권한과 책임관계를 분명하게 설정해야 한다. PPP 도로사업의 수행에 있어 민간투자자의 법적 권리가 확실히 보호되어야 하고, 문제 발생 시 민간투자자와 정부 및 지방정부의 책임소재도 분명하게 설정해야 한다. 민간투자자의 시설소유권(예를 들어 30년)을 존중하여 수익부대사업을 다양하게 할 수 있게 규제 완화를 해야 하며, 이를 통해 민간의 창의성을 최대한 발휘할 수 있게 규제여건을 조성할 필요가 있다. 정부 및 지방정부가 민간투자 사업경영에 개입할 수 있는 재량권 범위를 법적으로 분명하게 제한해야 한다. 정부 및 지방정부와 민간투자자간 동등 관계를 구축하여 도로 PPP사업의 성공을 위해 동반자로서 협력하고 공익의 대변자로서 민간투자자를 견제하는 기능을 해야 한다.

정부 및 지방정부에서는 민간의 수익극대화 동기를 활

용하여 공익을 위한 인프라건설과 운영에 활용할 수 있도록 민간투자자의 권한과 책임을 명확히 해야 할 것이다. 민간투자자와 정부 및 지방정부가 평등한 관계가 될 수 있도록 법적 권리와 책임의 세부적 내용을 재정립하는 PPP법 개정이 요구된다.

4. 결론

향후 베트남정부는 도로 PPP사업을 활성화하기 위해 PPP법 등 관련 법령을 다음과 같이 개정해야 할 것이다. 그 방향은 외국 투자자의 유인을 위해 도로 PPP사업에 있어 교통수요예측 위험분담, 베트남 교통정보(DB)센터 구축과 운영, 통행료 수입의 안정적 확보, 정부의 손실분담규정의 명확화, 법적 분쟁에 있어 국제중재 및 소송 허용, 도로PPP 관리지원센터의 운영, 민간투자자와 정부 및 지방정부간 권리와 책임관계의 명확화 등이다. 이러한 개선방향을 실현하기 위해서는 베트남 PPP법 등 관련 법령의 개정이 선제적으로 이뤄져야 할 것이다.

현재 베트남 도로국은 PPP사업을 활성화하기 위해 법령 개정을 추진하고 있다. 우리나라 건설회사는 베트남 PPP법과 도로 관련 법령의 개정사항을 예의 주시하면서, 사업위험이 감소되어 수익을 안정적으로 확보 가능할 때 베트남 도로인프라시장에 진입해야 할 것이다. 특히, 도로교통 수요예측과 통행료 위험분담 체계가 구축된 이후 시장진입을 하는 것이 바람직할 것이다. 

해외 교량의 기후변화 영향

- 세계도로협회(PIARC) 교량분과위원회 자료를 기반으로 -

최현호 | 한국도로공사 도로교통연구원 연구위원

길흥배 | 한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원

1. 서론

기후변화에 의한 고온, 집중호우, 태풍 등에 의한 피해가 대형화되고 있으며, 우리의 일상생활뿐만 아니라 도로 인프라에도 큰 위험요인으로 작용하고 있다. 도로교통 전문가들의 국제기구인 세계도로협회(PIARC)에서는 기후변화가 도로교통에 미치는 영향과 피해사례 및 대응방안들을 수집·공유하기 위해 2008년부터 다양한 조사와 연구를 하고 있다. 2014년에는 도로 인프라를 위한 기후변화 적응체계(PIARC Climate Change Adaptation Framework)를 발간하였다. 2020년부터 시작된 이번 회기(2020년~2023년)에서도 기후변화는 도로 네트워크의 주요한 위험요인으로 선정되었으며, 도로 네트워크의 기후변화와 회복탄력성(Resilience)에 대한 조사 연구를 위해 기술위원회(Technical Committee, TC)가 별도로 운영되고 있다. 특히, 교량위원회(TC 4.2 Road Bridges)에서는 기후변화 워킹 그룹을 구성하고 기후변화가 교량에 미치는 영향을 파악하기 위한 문헌조사, 피해 및 적응성 향상 사례 등을 조사하였다. 최근에 교량기술위원

회는 “Measuring for Increasing the Adaptability of Road Bridges to Climate Change”기술보고서 발간을 위해 회원국의 기후변화 현황, 교량 피해 현황, 기후변화 대응 정책 등에 대해 설문 조사를 수행하였다. 본 기사에서는 설문 조사의 응답 결과를 중심으로 기후변화가 세계 각국의 교량에 미치는 영향 및 대응 동향 등을 소개하고자 한다.

2. 기후변화 영향 설문조사

TC 4.2 교량위원회에는 총 79여명의 위원이 소속되어 있다. 위원들 대상으로 교량의 기후변화 영향 관련 설문지를 배포하여 총 14개국에서 15개 설문조사 답변 및 총 11개국 19개 사례(Case Study)를 수집 할 수 있었다. 설문에 대한 응답은 주로 유럽 국가들을 중심으로 제출되었지만 아프리카, 아시아, 북미 및 남미에서도 의미있는 설문결과가 도출되었다. 제한된 숫자의 응답이지만, 세계 각국의 기후변화 동향과 영향, 대응방안 등을 파악할 수 있는 자료로 판단된다.

주요 설문내용으로는 <표 1>에 나타난 바와 같이 각

국가에서 지난 10년간 경험한 기후변화의 종류, 기후변화가 교량에 미치는 영향, 탄소저감을 위한 재생 재료(Recycle material) 적용 사례, 기후변화를 고려한 교량 설계기준 및 지침, 기후변화에 대응하는 연구 현

황 등 총 17개 문항에 대한 설문을 진행하였다. 교량의 안전과 성능에 영향을 미치는 주요한 기후 변화 현상으로는 일간 온도변화, 폭우/홍수, 해수면 상승, 강풍/태풍, 눈/얼음, 화재 등으로 제시되었다.

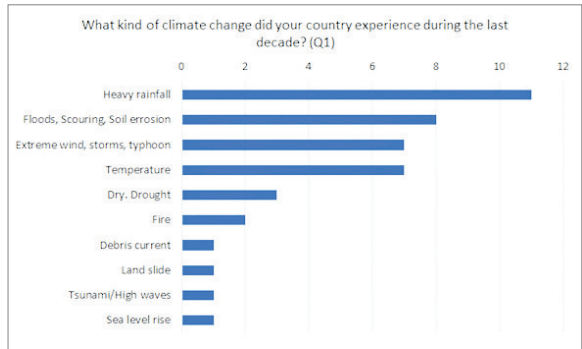
<표 1> 설문지 문항 및 내용

QUESTION 1 _	What kind of climate change did your country experience during the last decade?
QUESTION 2 _	Does your country have concerns about the impact of climate change on your transportation system especially on the bridge stock? (Yes or No)
QUESTION 3 _	Does your country define climate change effects on your transportation system especially on the bridge stock? (Yes or No) If so, how do you define climate change effects on the bridge stock?
QUESTION 4 _	Has your country been impacted by one of the following effects (unexpected intensity and/or frequency): Temperature changes, rainfall, floods, sea level rise, wind/tornados, snow/ice, fire/fire storms, tropical cyclones, others?
QUESTION 5 _	Temperature: Have there been signs of impact on bridges due to extreme temperature differences i.e., day-time to night-time temperature differences exceeding the limits assumed during design?
QUESTION 6 _	Rainfall/floods: Have there been signs of impact on bridges due to the occurrence of unexpected rainfall? Floods? Mudslides? Scour?
QUESTION 7 _	Sea level rise: Have there been signs of impact on bridges due to increasing in the sea level rise? Tidal waves?
QUESTION 8 _	Wind/tornados: Have there been signs of impact on bridges due to the occurrence of severe wind conditions during construction or service in the last decade? Are the frequencies of severe wind events increasing in areas that were less prone to wind?
QUESTION 9 _	Snow/ice: Have there been signs of impact on bridges due to the unexpected occurrence of avalanches? Have there been signs of impact due to increasing de-icing products?
QUESTION 10 _	Fire/Fire storm: Have there been signs of impact on bridges due to the unexpected occurrence of fire? Fire storms?
QUESTION 11 _	Others: Have there been signs of impact on bridges due to effects of climate change other than listed above?
QUESTION 12 _	Do you use recycled materials so as to reduce the carbon footprint (total CO2) of the construction? How do you reduce the carbon footprint (total CO2) in your bridge construction project?
QUESTION 13 _	Has climate change affected the behaviour of bridges in your country? If yes, how and which elements of the bridge construction did they affect? Superstructure? Substructure? Bridge components (e.g., bearings, expansion joints)?
QUESTION 14 _	Are there any government policies in place with regard to climate change?
QUESTION 15 _	Have you specific bridge design codes referring to climate change, if yes: Please provide a copy or a link. When were these implemented? Are there similar regulations for management of the existing bridge stock?
QUESTION 16 _	Are there specific bridge research programs running in your country on the subject of climate change?
QUESTION 17 _	Are there any specific case studies associated with issues on road bridges due to climate change that you can share? If so, please fill out the attached template including the repair/rehabilitation methods and/or inspection/monitoring techniques used to mitigate the effects of climate change. (Please refer to the attached example)

3. 기후변화 대응 설문결과

총 17개 설문 문항에 대한 설문지를 바탕으로 주요 결과를 정리하였다. 우선 해외 기후변화 대응에 관한 해외동향을 살펴보면 <그림 1>과 같다. 각 국가에서 지난 10년간 각국에서 경험한 기후변화의 종류는 어떤 것이 있는지에 대한 설문 결과이다. <그림 1>을 보면 주로 폭우(Heavy rainfall), 홍수 및 세굴(Flood, Scoring and soil erosion), 강풍 및 태풍(Extreme wind, storms and Typhoon), 온도 변화(Temperature) 등이 주된 기후 변화가 초래한 기상 현상임을 알 수 있다. 특히 폭우 관련 응답으로는 헝가리(상당한, 예상치 못한 호우), 일본(단기간의 집중 호우 발생 빈도 증가), 네덜란드(국부적인 호우), 노르웨이(국부적인 호우 증가) 등과 같은 국부적이고 집중적인 호우가 기후변화와 연결되어있는 것으로 조사되었다.

<그림 1> 지난 10년간 각 국에서 경험한 기후변화의 종류



기후변화가 도로교통시스템 및 교량에 직접적으로 미치는 영향과 기후변화의 정의에 대한 설문 조사도 수행되었다. 설문에 응한 15개 국가 중 11개 국가에서 기후변화가 도로교통시스템 및 교량에 직접적으로 영향을 미치는 것에 대한 우려를 하고 있다고 응답하였다. 특히 중국 베이징에서는 기후변화로 인한 홍수로 인해 매년 천여 개의 교량이 붕괴되고 있다고 조사되었으

며, 따라서 중국 베이징에서는 사전경고시스템, 네트워크 기반의 모니터링 시스템이 필요하다고 응답하였다. 또한 기후변화로 인해 북쪽 지방에서의 제설, 해안가 지역 염해로 인한 콘크리트 교량 피해로 대규모 보수가 불가피하다고 응답하였다. 유럽의 경우에는 벨기에, 헝가리, 독일, 네덜란드, 노르웨이에서는 기후변화 영향에 대해 크게 우려하고 있는 것으로 대답하였다. 각국에서 제출한 결과는 <표 2>에 요약 정리되어 있다.

교량 관점에서 기후변화 영향에 대한 정의는 일부 국가에서만 갖고 있는 것으로 조사되었다. 또한 <표 2>에 있는 것과 같이 각국의 지리적인 위치와 기후 차이에 의해 기후변화가 교량에 미치는 영향에 대한 정의도 약간의 차이를 갖고 있었다. 온도변화, 홍수 및 폭우는 대부분의 국가에서 기후변화 영향으로 정의하고 있지만, 해수면 상승, 눈/얼음, 강풍 등은 일부 국가에서만 고려하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 설문에 응한 다수의 국가에서 교량의 직접적인 손상은 주로 폭우나 홍수에 의한 침식, 세굴, 파괴 등인 것으로 보고하였다. 온도 변화나 온도 차이에 의한 교량 손상은 노후화된 교량의 신축이음장치에서 주로 발생하는 것으로 일부 국가에서 응답하였다.

도로나 교량 건설에 있어 탄소 저감을 위한 재생 재료 이용에 대한 설문 조사도 수행되었다. 오스트리아, 중국, 헝가리, 슬로베니아에서는 탄소 저감을 위해 재생 골재를 포장 재료로 활용하고 있는 것으로 조사되었지만, 오스트리아, 독일, 헝가리에서 재생 재료를 교량에는 거의 사용하지 않는다고 응답하였다. 일부 콘크리트 구조물에 석면 등이 포함되어 있거나 강재의 도장이 오염되어있어 재생골재로 활용하기 어려운 경우도 있는 것으로 지적되었다. 또한 일부 국가에서는 재생 재료를 사용하도록 정책적 장려하고 있다고 응답하였다. 특히 오스트리아에서는 건설현장으로

<표 2> 기후변화가 교량에 직접적으로 미치는 영향

	온도 변화	폭우	홍수	해수면 상승	강풍	눈/얼음	화재/화재 폭풍	태풍
오스트리아		○	○					
벨기에	○	○	○				○	
칠레	○	○	○					
중국 베이징	○	○	○	○	○	○	○	○
중국 우한		○			○			
헝가리		○	○					
프랑스	○	○	○	○	○	○	○	○
독일	○	○	○					
일본	○	○	○	○	○			○
네덜란드	○	○	○	○				
니제르	○	○	○					
노르웨이	○	○	○	○	○			
포르투갈			○				○	
슬로베니아			○					
미국(유타주)	○	○	○	○	○	○	○	○
Total	10	13	14	6	6	3	5	4

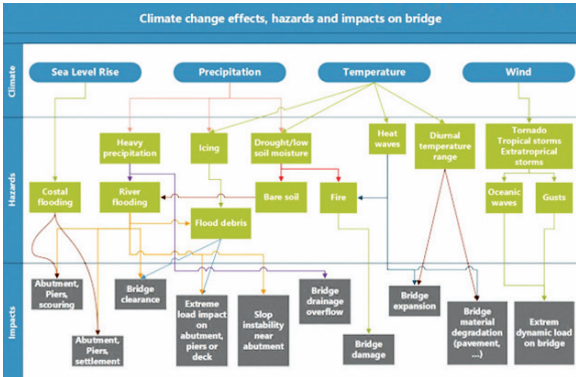
의 이동을 포함하여 아스팔트 생산, 철근 생산의 공정에서 온실가스 국제기준을 맞추도록 강제하고 있다고 응답하였다. 네덜란드에서는“Making Concrete More Sustainable”라는 방침을 통해 폐콘크리트를 파쇄하고, 신규 콘크리트 생산에 활용될 수 있게 처리하도록 규제하고 있다고 응답하였다. 포르투갈 또한 모든 공공건설 프로젝트 수행시 최소한 10% 이상을 재사용하거나 재생골재를 이용하도록 규정하고 있다고 응답하였다.

기후변화의 설계기준 반영 여부 조사 결과, 아직까지는 기후변화 영향을 설계기준에 직접적으로 반영한 국가는 없는 것으로 조사되었다. 헝가리, 네덜란드 및 독일에서는 새로운 교량 설계기준에 기후변화를 포함할 예정인 것으로 응답하였다. 또한 많은 국가에서 기후변화가 교량에 미치는 영향에 대한 관련 연구를 진행하고 있어, 향후 설계기준에 반영될 것으로 판단된다. 일본에서는 기후변화에 따른 세굴을 고려한 교량 점검

매뉴얼을 준비 중이며, 포르투갈에서는 교량관리시스템(BMS)에 수중 점검 결과를 포함한 것으로 응답하였다.

이와 같은 설문조사와 문헌조사를 통해 보고서에서는 교량에 영향을 미치는 주요 이상기후 현상, 재난 유형 및 영향 사이의 인과관계를 <그림 2>와 같이 제시하였다.

<그림 2> 기후변화 현상과 교량 영향 관계도



4. 기후변화 피해 사례 및 원인

기후변화에 의한 구체적인 교량 파손 사례를 수집 및 공유하기 위한 설문 조사도 수행되었다. 전체적인 발생 현황 및 원인과 함께 이상기후 현상, 위험 요인, 교량 피해 현황, 복구 방법 등을 조사한 결과, <표 3>에

있는 것과 같이 총 19개 파손 사례가 수집되었다. 대표적인 사례는 <그림 3> 및 <그림 4>에 있는 벨기에와 독일의 교량으로 강우에 의해 발생한 것으로 보고되었다. 벨기에의 교량은 0.5~1.3m 정도 수평으로 이동하여 원위치로 복원되었지만, 독일의 교량은 손상이 심각하여 개축되었다.

<그림 3> 교량 피해 사례 (벨기에(1) 교량)



<그림 4> 교량 피해 사례 (독일 교량)



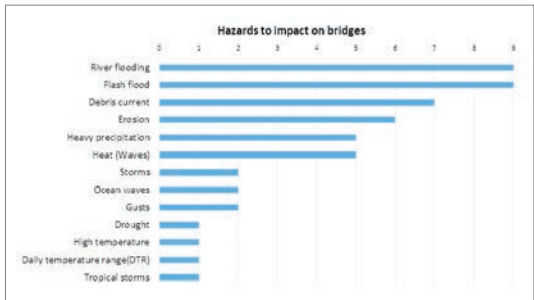
<표 3> 기후변화로 인한 교량 손상 사례

국가	발생 현황	이상기후	위험 요인	교량 영향
벨기에(1)	홍수에 의해 교각 수평 이동(0.5~1.3m)	강우	강 범람, 돌발 홍수, 토석류	세굴, 극한 충격하중
벨기에(2)	아치교의 중앙 교각 부분 붕괴	강우	강 범람, 돌발 홍수, 토석류	세굴, 극한 충격하중
칠레	충적토에 의해 교량 이동	강우	강 범람, 돌발 홍수, 토석류	세굴, 극한 충격하중
중국	폭우에 의해 사면 불안정 및 교각 수평 이동	강우	폭우	사면 안정성
프랑스(1)	조위(tidal level)에 의해 파형강판 암거 부식	강우, 폭염	폭우, 가뭄, 폭염	재료 열화
프랑스(2)	폭풍에 의한 홍수로 교각 침하(1m)	강우	강 범람, 돌발 홍수, 침식, 토석류	침하, 세굴, 극한 충격하중
프랑스(3)	고교각 전체에 수직 균열 발생	폭염	고온, 폭염	온도 경사
프랑스(4)	해수면 상승 및 높은 파도 대비 기초 보호공	해수면 상승	폭풍, 파도	세굴, 극한 충격하중, 동적하중
독일	홍수로 인한 교각 침식 및 교량 손상	강우	강 범람, 돌발 홍수, 침식, 토석류	침하, 세굴, 극한 충격하중
일본(1)	교각 기초 세굴	강우	강 범람, 돌발 홍수, 침식, 토석류	세굴
일본(2)	태풍에 의해 선박 교량 충돌	바람	태풍, 돌풍, 파도	선박 충격하중

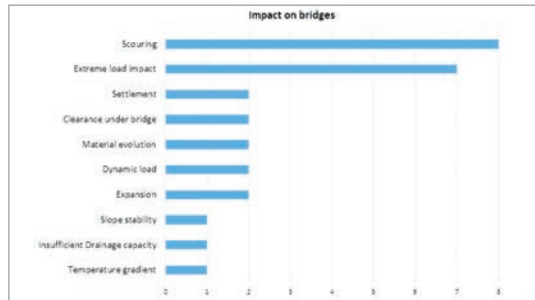
국가	발생 현황	이상기후	위험 요인	교량 영향
네덜란드(1)	홍수위 확보를 위한 교량 승상	강우, 폭염	폭우, 강 범람, 돌발 홍수, 토석류, 침식	여유고 부족
네덜란드(2)	열 팽창과 예상치 못한 침하	온도	폭염	교량 변형 및 팽창
니제르	교량 하부 토사 적토	강우	폭우, 강 범람, 돌발 홍수, 침식	여유고 부족
노르웨이	침식 방지 토석 소실	강우	강 범람, 돌발 홍수, 토석류, 침식	세굴
포르투갈(1)	사장 케이블 풍우 진동	강풍	폭풍, 돌풍	동적 하중
포르투갈(2)	극단적인 온도 차이의 교량 영향	폭염	폭염	교량 팽창
포르투갈(3)	폭우 및 배수량 증가	강우	폭우	배수용량 부족
스위스	교면포장 및 방수재 변형	폭염	폭염, 일교차	재료 열화

대부분의 교량 손상은 여러 위험요인(Hazard)이 동시에 작용하여 발생한 것으로 조사되었으며, 위험 요인에 대한 분석 결과는 <그림5>와 같다. 강 범람(River flooding)과 돌발 홍수(Flash flood)가 가장 빈번한 위험 요인(각 9건)으로 나타났다. 토석류(Debris current), 침식, 폭우 및 폭염도 교량에 파손을 초래한 주요 위험요인으로 분석되었다.

<그림 5> 교량에 영향을 미치는 기후변화 위험요인



<그림 6> 기후변화에 의한 교량 손상



5. 맺음말

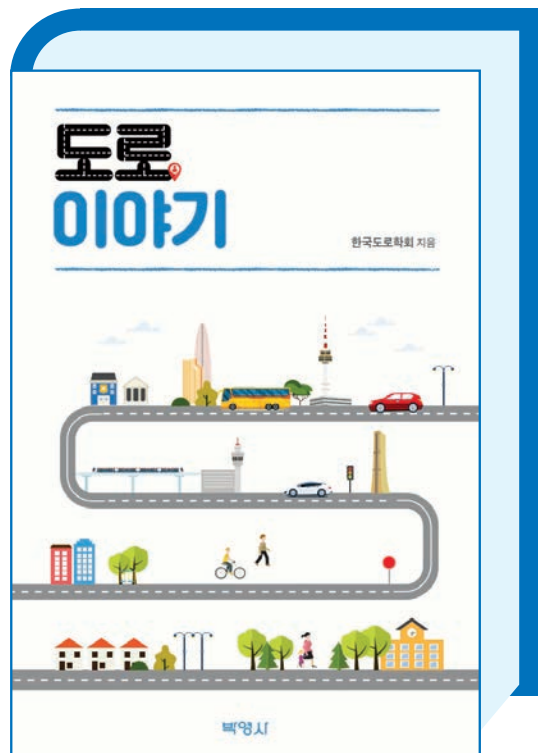
기후변화에 의한 폭우, 홍수, 태풍, 폭염 등의 이상기후 현상 발생 빈도가 증가하고 있으며, 인명피해와 더불어 교량과 같은 사회 기반시설물의 손상이나 파손을 초래하고 있다. 기후변화가 교량에 미치는 영향과 기후변화에 대비한 회복탄력성 향상 대책을 파악하기 위한 설문조사와 피해사례 조사가 PIARC의 교량 기술위원회(TC)에 의해 수행되었다. 설문문에 응답한 대부분의

국가에서 강우, 온도변화, 바람, 해수면 상승 등의 이상기후 현상이 발생하는 것으로 조사되었다. 이들 이상기후에 의한 홍수, 세굴이 교량에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 각 국가의 기후변화 대응전략 및 사례를 바탕으로 향후 우리나라 교량의 기후변화 대응 피해점점 및 유지관리와 관련된 기술 개발, 예산 투자, 및 정책 방향 등을 수립하는데 있어 본 기고가 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

NEW BOOKS & TECH

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

도로에 관한 85개의 이야기



노관섭 안녕도원 대표 / 한국도로학회 도로이야기책발간위원회 위원장
권영인 한국교통연구원 선임연구위원 / 1분과 책임집필위원
손원표 길 문화연구원 원장 / 2분과 책임집필위원
강정규 전)한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원 / 3분과 책임집필위원

📖 들어가기

도로는 우리의 삶에 있어 가장 중요한 시설의 하나이다. 이동의 기본을 마련해 주는 길. 도로가 없으면 생활이 안 되기 때문이다. 도로는 나라 경제의 활성화 및 이용자 편의 등 국민에게 지대한 역할을 하고 있다.

도로란 무엇인가. 길과 도로는 어떻게 다른가. 도로는 어떻게 만들어지나. 도로는 왜 막히나. 도로는 안전한가. 도로 포장은 어떻게 생겼나. 도로가 환경의 문제를 일으키지 않는가. 도로에도 문화가 있는가. 도로와 관련한 수많은 질문에 대해서 가능한 쉽게 답하기 위하여 관계 전문가 12인이 도로 이야기 85권을 책으로 만들어 내놓는다.

본 글은 책의 발간 작업 내용과 책의 주요 구성에 관한 요지를 기술하여 '도로 이야기' 책을 이해하는데 도움이 되고, 책과 작업 내용의 기록이 되도록 한다.

📖 발간 작업 이야기

한국도로학회에서는 '도로 이야기' 책자 발간 작업을 2021년 4월부터 2022년 10월까지 수행하고, 2022년 10월에 책자 크기 153*224*30mm의 500쪽으로 발간하였다.

주요 내용은 연대별 도로 역사, 도로의 주요 용어에 대한 역사와 해설, 인문학·사회과학적 측면에서의 도로이야기 등으로 구성하였

다. 독자 대상은 청소년과 일반인으로 하여 재미있고 유익한 '도로 이야기' 책이 되도록 하였다.

도로이야기책발간위원회는 위원장 노관섭(안녕도원 대표), 책임집필위원으로 1분과 권영인(한국교통연구원 선임연구위원), 2분과 손원표(길 문화연구원 원장), 3분과 강정규(전)한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원, 간사 이유화(한국건설기술연구원 연구위원), 집필위원은 권수안(한국건설기술연구원 선임연구위원), 김호정(국토연구원 선임연구위원), 백승걸(한국도로공사 도로교통연구원 선임연구위원), 이동민(서울시립대학교 교수), 장영수(한국도로학회 부회장), 장원호(㈜신성엔지니어링 부사장), 최준성(인덕대학교 교수), 관리에 학회의 조성욱 사무국장, 오후정 과장으로 구성하였다.

집필에 세부 분야의 많은 전문가가 참여할 수도 있으나 내용 기술의 일관성과 추진 효율성 등을 고려하여 필자는 최종 12인으로 하였다. 필자는 분과별로 구분하지 않고, 전문 분야의 해당 내용 원고를 작성하였다.

2021년에는 6차의 전체 회의와 3차 운영회의를 가졌다. 2022년에는 교정 검토를 위주로 4차의 전체 회의와 4차 운영회의를 가졌으며 6교까지 진행하고 인쇄에 들어갔다. 집필활동 과정에서 회의는 코로나 19로 인한 모임 제약으로 대면회의, 화상회의, 서면 등을 필요에 따라 운영하였다.

1부. 도로사와 정책 이야기

주요 내용

1부의 주제인 '도로사와 정책 이야기'는 도로의 역사와 도로의 관리가 어떻게 되고 있는지, 그리고 도로가 향후 어떻게 변할 것인지를 다루고 있다. 1장에서는 도로의 역사를 다루고 있는데, 도로와 관련되는 법률, 도로의 종류 및 시설과 진화하는 도로를 분석하고 있다. 로마 도로의 기원이 되는 아피아가도와 로마의 도로, 동양과 서양을 잇는 실크로드와 함께 우리나라의 옛길은 고려와 조선시대는 물론 한국 근대와 현대의 도로사를 살펴보고 있다. 아울러, 북한의 도로와 아시안 하이웨이, 유럽 도로의 역사에 대하여도 다루고 있다.

2장에서는 도로를 어떻게 만들고 관리하는가에 대하여 다루고 있는데, 도로를 만들고 관리하는 근거가 되는 도로부문의 법정계획, 도로를 건설하고 관리하는 중앙정부와 지방정부, 공기업과 민간자본의 예산으로 구분하여 설명하였다. 아울러, 도로를 따라 길 찾는 방법과 일반도로의 노선번호와 도로명, 고속도로의 노선번호와 도로이름, 도시지역 도로의 노선번호와 도로명을 설명하고 있다.

3장에서는 도로가 앞으로 어떻게 변할까에 대하여 도로 이용환경 변화에 따른 미래의 도로망, 4차 산업혁명과 도로교통기술의 발전, 도로정보화와 똑똑한 스마트도로의 탄생,

도시지역 도로의 입체화와 스마트화, 친환경 에너지를 사용하는 도로교통, 사람중심의 도로시스템, 휴식과 즐거움이 있는 휴게소를 다루고 있다.

책임집필자의 한마디 <권영인>

도로는 사람이나 자전거, 자동차 등이 출발지에서 목적지까지 이동하는데 필요한 물리적인 공간으로 로마시대부터 본격적으로 건설하고 이용하게 되었으며, 실크로드가 건설되어 동양과 서양의 교류에 큰 기여를 하였다. 도로를 만들고 관리하는 법적인 근거와 예산, 일반도로와 고속도로, 도시지역도로의 노선번호와 도로명은 매우 유용하다. 향후 도로의 정보화로 스마트도로가 탄생하게 되었으며, 친환경, 사람중심, 휴식과 즐거움을 가져다주는 휴게소 등 다양한 역할이 더욱 기대된다.



국도 1호선(전남 무안)



미래도로의 전망(한국도로공사)

2부. 도로 이야기

주요 내용

2부의 주제인 '도로 이야기'는 1부, 3부에 비해 실질적으로 도로 이용자들이 도로를 이용하면서 접하고 있는 도로 자체에 관한 이야기를 대상으로 하여 독자들의 피부에 와 닿는 내용을 담았다. 1장에서는 외관적 관점에서 드러나는 형태와 기능, 도로를 구성하는 주요 구조물인 교량, 터널과 토공, 포장, 도로 공간 등에 관해 전문가와 일반인의 눈높이 수준을 공감할 수 있도록 개론을 이해하는 관점에서 기술하였고, 2장에서는 더 심층적으로 이해하기 위해 도로 위에 그려진 '선'의 의미, 표지판이 설치된 의미, 교차로의 형태적 차이점, 교차로 교통섬의 기능, 조명시설, 안전시설과 교통사고의 이해 등 안전하고 편리한 도로가 만들어지는 내용을 담았다.

3장에서는 최근 주요 이슈인 친환경, 경관 관점에서 종래 자연환경과 생활환경을 파괴하

는 도로, 기능 중심의 설계로 비판받던 도로가 이제는 사람은 물론 자연, 환경, 경관과 공존하는 도로로 나아가는 모습과 내용에 대해 심층적으로 접근하여 감춰진 도로 속을 이해하는 관점에 방점을 두었다.

책임집필자의 한마디 <손원표>

그동안 양적 관점, 1차원, 2차원 관점에서 건설되고 관리되었던 도로를 3차원 관점으로 발전시켜 교통공학적 관점의 안전시설물과 하드웨어 관점에서 벗어나 교통환경과 교통심리학, 소프트웨어 관점으로 전환해야 할 당위성이 제기되고 있다. 도로에 설치되는 과다한 안전시설이 오히려 교통안전에 저해요소가 된다는 점을 인식하고, 시설물로 들어찬 삭막한 도로 공간에 친환경 녹지공간을 도입하여 심리적으로 편안하고 정온화된 도로공간을 만드는 것이 도로와 인간이 공존하는 지름길이다.

3부. 도로 인문과 사회

주요 내용

3부 '도로 인문과 사회'에서는 도로의 물리적 특성에서 벗어나 도로에 남아있는 인류의 발자취를 찾아보았다. 1장에서는 과거부터 현재까지 도로의 변화·발전 과정에 녹아있는 인류의 이야기를 서술하였다. 실제적인 아랫길은 세월과 함께 정신적인 윗길에 도달한다.

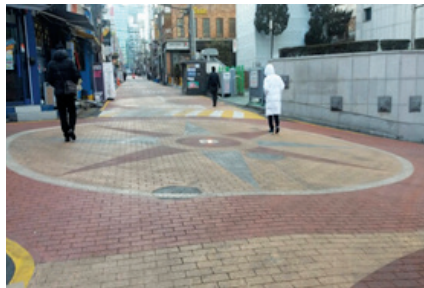
도로는 인간 욕망의 실현, 구체적으로는 구
성원들의 정치·군사·경제·사회적 목적으로
만들어졌다. 도로 발전에 헌신한 정치가와 군
인, 그리고 기술자들의 발자취를 찾아간다.
자동차·도보 여행의 대상이 될 만큼 아름다
운 도로들도 찾아본다.

2장에서는 도로 문화를 탐구하였다. 도로를
만들고 이용하는 과정에서 인류가 형성한 지
식·신념·행위의 총체가 도로 문화이다. 도로
문화를 탐구하는 이유는 도로 여행을 통해
역사 유산을 공유하고 공통의 가치를 형성하
기 위함이다. 도로를 소재로 발표된 문학·음
악·미술·영화 등 예술 작품을 분야별로 서술
하였다. 현대에 발행된 기념 우표를 통해 국
가가 어떤 도로를 중시하였는지 확인하는 것
도 의미가 있다.

3장에서는 도로와 사회와의 관계를 기술하였
다. 토지 위에 생겨난 도로는 주변 공간과 영
향을 미치며 생로병사를 겪는다. 하드웨어로
탄생한 도로는 세월이 쌓여 주변과 어울린
소프트웨어가 되고 문화재가 되기도 한다. 정
치의 영향으로 방사형과 격자형으로 발전하
고, 과거 통행 관습이 통행 방향을 바꿀 만큼
사회적 영향이 크다. 도로 건설에 토지와 건
설비 등 비싼 경제·사회적 비용을 치르며 일
자리가 생겨난다. 마라톤·사이클·자동차 등
스포츠 행사가 치러지는 도로 공간에 대해서
도 정리하였다.

책임집필자의 한마디 <강정규>

본래 사람과 교통수단이 조화롭게 어울
리던 도로는 지난 100년 동안 자동차 운
행에 유리한 형태로 바뀌었고, 결과적으
로 우리는 자동차 운행이 편리한 도시와
국토에 살고 있다. 도로의 경제성에 치중
하여 자동차의 주행성이 강조된 결과이
다. 이제 도로는 새로운 이동체와 에너지
원이 활동할 수 있도록 변화를 시작해야
한다. 보다 살기 좋은 국가와 도시의 근
간이 되는 새로운 도로체계를 만들어내
야 한다. 과거보다 깊고 체계적인 인문학
적·문화적·사회적 성찰을 바탕으로 도
로가 변화해야 한다.



유니버설디자인의 이면도로



‘미텔하르니스의 가로수길’ (호베마, 1689)



마무리 글

한국도로학회는 도로분야의 다양하고 유익
한 정보를 회원들과 국민들에게 지속적으로
제공하기 위해 노력하고 있다. 이의 일환으로
도로 관계자뿐만 아니라 도로에 관심 있는
많은 분들이 도로에 대해 보다 많이 이해할
수 있도록 ‘도로 이야기’ 책을 발간하였다.
도로분야의 역사 기록이 되고 도로공학 기
술의 소개 및 홍보가 되며 도로와 역사 문화
가 함께 어우러진 이 글들이 보다 널리 읽혀
져서, 도로가 더욱 발전하고 도로이용자들은

도로에서 즐겁고 가치 있는 이동이 이루어지
기를 바란다.

한국도로협회는 본 책의 부록 ‘도로 연대표’
에 나와 있는 바와 같이 1966년 4월에 창립
되어 50여 년이 넘는 깊은 역사를 지니며 한
국의 도로발전과 함께 한 단체이다. 협회에
소속된 많은 관계 기관과 회사, 전문가들에
의해 수많은 도로 이야기와 경험, 기술 사례,
도로 설계 및 건설, 운영 및 유지관리 기록이
지속적으로 남겨지고 아카이브로 구축되어
활용되기를 기대한다. 

📖 〈도로 이야기〉 차례



1부_ 도로사와 정책 이야기

1장. 도로의 역사를 살펴본다

길에서 도로로 / 세상의 길은 로마로 통한다 / 동양과 서양을 잇는 실크로드 / 지금은 흔적만 남은 우리나라의 옛길 / 한국의 근대 도로사를 살펴본다 / 한국 현대 도로의 발달 / 우리나라 고속도로가 달려온 길 / 도시민의 삶과 도로 / 북한의 도로를 들여다 본다 / 아시아로 뻗어가는 아시안 하이웨이 / 유럽 도로의 역사

2장. 도로는 어떻게 만들고 관리되나요

도로를 만들고 관리하는 근거는 무엇인가요 / 도로를 건설하고 관리하는 예산 / 도로를 따라 길 찾는 방법은 무엇인가요 / 일반도로의 노선번호와 도로명 / 고속도로 노선번호와 도로이름을 알아봅시다 / 도시지역도로의 노선번호와 도로명

3장. 도로는 앞으로 어떻게 변할까요

미래의 도로망을 그리다 / 4차산업혁명시대의 교통수단과 도로의 공생 / 도로 정보화와 똑똑한 스마트도로의 탄생 / 도시지역도로의 입체화와 스마트화 / 친환경 에너지를 사용하는 도로교통 / 사람중심의 도로시스템 / 휴식과 즐거움이 있는 휴게소는 어디에

2부_ 도로 이야기

1장. 도로의 형태와 만남

도로는 선이다 / 도로의 기능을 고려한 설계 / 도로의 갈등, 시간과 공간으로 분리한다 / 도로에서는 자동차가 우선인가 보행자가 우선인가 / 도로 공간의 공유와 공존 / 도로 포장은 어떻게 생겼을까 / 아스팔트 포장인가 콘크리트 포장인가 / 도로포장에 구멍이 나는 이유 / 비포장도로란 무엇인가요 / 도로포장면 아래는 어떻게 생겼나요 / '여기서부터 연약지반입니다' 어떻게 운전해야 할까요 / 산이 많은 지형에서 도로는 어떻게 만들어지나요 / 도로 공간의 조력자, 숨은 서포터스 / 연도교와 연륙교는 무엇인가요 / 터널이란 무엇인가요

2장. 안전하고 편리한 도로 만들기

도로 위에 그려진 선들의 의미 / 교통안전표지는 유용한가 / 자동차 차도이탈사고 피해를 줄이는 시설 / 정면충돌사고를 예방하는

시설은 무엇인가요 / 과속을 억제하는 시설은 무엇인가 / 야간에 중요한 조명시설은 무엇인가 / 현대식 회전교차로란 무엇인가 / 교차로에도 섬이 있다 / 교통사고 많이 나는 곳에 대한 이해 / 악천후 시의 도로교통 안전

3장. 사람에게도 자연에도 좋은 도로

도로건설에 따른 환경문제는 어떻게 처리하나요 / 생태통로란 무엇인가 / 비점오염원과 비오름, 생소한 단어들 / 도로에서 소음을 줄이는 방법이 있나요 / 가로경관과 도로경관은 어떻게 다른가요 / 경관도로는 어떤 도로인가

3부_ 도로 인문과 사회

1장. 도로와 인문

도도를 아시나요 / 도로의 문화사를 들여다보다 / 도로는 어떤 기능을 수행할까 / 도로는 국토 공간에 어떤 영향을 미치는가 / 유명한 드라이브 코스를 달려요 / 걷기 좋은 길을 찾아서 / 도로의 생로병사 / 도로는 왜 변화하는가 / 현대 도로를 만든 사람들

2장. 도로와 예술

도로를 다룬 소설과 기행문학 / 길을 노래한 시와 가곡 / 예술가들의 이름을 붙인 도로명 / 길을 노래한 대중가요 / 도로에 들어온 미

술 / 길과 다리를 그린 외국 그림 / 그림에 나타난 우리 옛길 / 영화로 보는 길과 도로 / 로드 무비 따라가기 / 우표로 본 한국의 도로 / 우표로 본 해외의 도로

3장. 도로와 사회

도로의 입체화 / 도로와 도시성장의 관계 / 도로 형태와 정치구조 / 좌로 가는 나라 우로 가는 나라 / 도로 공급 비용을 낮출 수는 없는가 / 도로와 토지 비용 / 도로를 이용하는데 통행료를 내야 하나 / 도로가 만들어낸 일자리 / 국가유산으로 지정된 도로와 시설 / 도로에서 벌어지는 스포츠 이벤트

부록 1. 도로 연대표 473

부록 2. 일반국도와 고속국도 노선표 473

정가 : 27,000원



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

한국 기업이 일으키는 제2의 중동붐?

사막으로 둘러싸인 중동의 도시들!
화려하게 피어난 장미 같은 모양!
카타르 국립박물관!
대한민국 기업의 건설 기술력!
제2의 중동붐이 다시 일어날 수 있을까?
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : 국토교통부 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/jsfQGBcgY>



인천국제공항 제3의 다리, 제3연륙교 홍보영상

인천국제공항 제3의 다리!
인천국제공항과 영종국제도시 접근성 대폭 향상!
세계 최고층 전망대등! 하늘, 땅, 바다 체험!
시드니 하버 브리지를 능가할
국내 최초 교량관광 플랫폼!
동영상은 QR코드를 통해 확인!

출처 : 인천광역시 공식 유튜브
주소 : <https://youtu.be/NlxScgMi4g4>



휴대폰 QR코드 인식 후
영상이 보이지 않는다면?

유튜브에서 제목을 검색하거나
URL 주소를 통해 확인

「도로교통」 저널 지면광고 안내

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



성격

- 한국도로협회 전문·교양·정보지 「도로교통」 지면광고 및 서비스

지면 사양

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

매체 특징

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

배포처

단체 및 개인회원	도로교통협의회	한국도로공사 등 공공기관
PIARC, REAAA 국내 회원	국토관리청 및 사무소	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 발행 시 홍보* 신기술 홍보관 이용**

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

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

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

지면제작

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

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



DASAN

다산컨설턴트는 최고의 엔지니어링 서비스를 제공합니다.



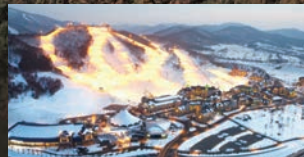
서울-문산 고속도로



천사대교



필리핀 할루어댐



알펜시아리조트



삼척 LNG 저장탱크



신뢰, 인간존중은 **케이에스엠기술**의 기업이념입니다.

도로부

- 고속도로, 국도, 지방도 등의 각종 도로 타당성조사
- 기본 계획, 기본설계 및 실시설계
- 민간제안사업의 사업개발 및 수행
- T/K 및 대안설계 수행
- SOC 사업의 전반적 수행
- 설계경제성(VE)검토

수자원부

- 하천 정비 기본계획
- 하천환경 정비사업 기본 및 실시 설계
- 재해영향평가
- 하천개수공사 실시설계
- 유역조사, 소하천 정비 종합계획, 유역종합계획
- 홍수량 측정조사, 하구연안정비

건설사업관리부

- 전면책임감리용역 수행
- 기술자문 감리용역 수행
- 건설사업 관리용역(CM)
- 감리업무 전산화 SYSTEM 운용
- 경제성 분석(VE기법) 및 E/S 검토, 지원
- 건설CALS/CITS연구 및 PMIS 운영

안전진단부

- 건설기술관리법에 의한 정기안전 점검, 정밀안전점검
- 시설물안전관리에 관한 특별법에 의한 정기,정밀,초기점검 실시
- 상하수도법에 의한 상하수도 시설 기술진단 실시
- 건설기술관리법에 의한 안전관리 계획서 작성
- 일반피해진단 (안전성 검토 및 대책수립)
- 건설현장 건설안전교육 지원



케이에스엠기술(주)

<http://www.ksmeng.co.kr>

본사 (642-971) 경상남도 창원시 성산구 완암로 50 (성산동 SK테크노파크 넥스동 509호) 대표전화 055-322-6730 팩스 055-326-6760

지사 (431-767) 경기도 안양시 동안구 학의로 268 (관양동 안양메가밸리 403호) 대표전화 031-420-8487 팩스 031-420-8488 이메일 ksmeng@ksmeng.co.kr

Reflomax

Only One & Better

THINK
SAFETY

야 설 (野雪)

눈 내린 들판을 걸어갈 때
함부로 어지러이 걷지 마라
오늘 내가 간 발자국이
뒷사람에게는 이정표가 되리니

- 이 양연 -

1989년 창립 이래 지금까지 순수 국내 기술로
세계적인 수준의 재귀반사 제품을 만들겠다는
일념 아래, 마이크로프리즘형 재귀반사지 개발과
제조에 전념해온 리플로맥스는 전 세계 60여 개 국에
수출하며 국내보다 오히려 해외에서
이름을 널리 알리고 있습니다.

저희 모든 임직원은 우리 국민과
전 인류의 안전 지킴이라는
사명감과 자부심으로
품질 외길을 묵묵히
걸어갈 것입니다.

(주)리플로맥스 (www.reflomax.com)

제품 및 대리점 문의 T.031)8014-9700 E-Mail ; info@reflomax.com

표지판 및 안전시설물용 반사지 | 번호판용 반사필름 | 차량용 반사띠, 후부반사판
경찰복, 안전복용 반사테이프 | 신발, 패션용 반사시트 | 액세서리용 반사시트