

Journal of
The Korea Road Association

도로교통

2019 | 157
www.kroad.or.kr

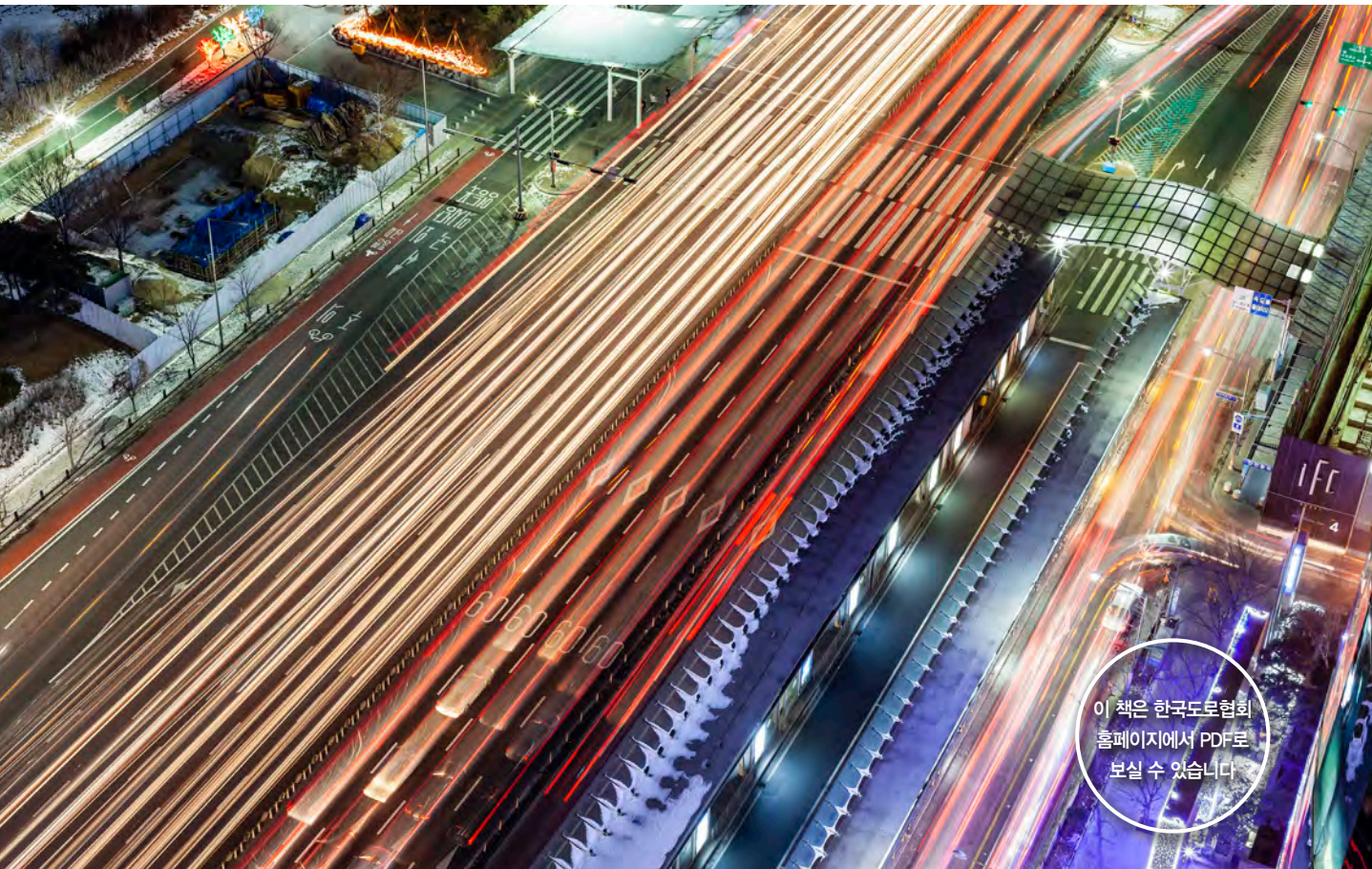
- 스페셜인터뷰** 태릉건설(주) 이영남 대표이사
(주)네오안전플러스 최영섭 대표이사
- 기획특집** 서울특별시 도로관리 빅데이터 시스템 개발 및 운용 현황
입체도로제도를 활용한 도심 정비방안
도심 주거지역 도로교통소음 해결형 기술 고도화 및 가이드라인 개발
- 정책과기술** DMZ 도로는 굽은 흙길로
카자흐스탄 맞춤형 도로포장 시공 및 유지관리
송산-시화 연결도로 대관람차 사장교의 기본설계
자율주행을 위한 주요 도로 환경 요인 분석에 관한 연구
- 회원사탐방** 대영스틸산업(주) / 한국에이버리(유)



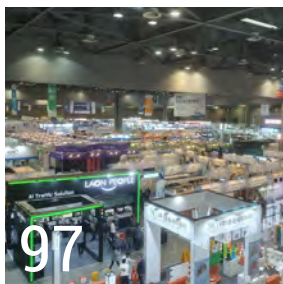
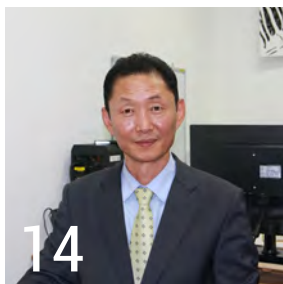
태릉건설(주)
이영남 대표이사



(주)네오안전플러스
최영섭 대표이사



이 책은 한국도로협회
홈페이지에서 PDF로
보실 수 있습니다



Special Interview

태릉건설(주) 이영남 대표이사	06
㈜네오안전플러스 최영섭 대표이사	14

특집

1. 서울특별시 도로관리 빅데이터 시스템 개발 및 운용 현황	20
백종은_서울시 도로관리과 포장조사평가팀장	
최연우_서울시 도로관리과 도로관리팀장	
박경원_㈜한국포장기술 대표이사	
2. 입체도로제도를 활용한 도심 정비방안 - 일본 입체도로제도를 중심으로	27
백승관_청주대학교 휴먼환경디자인학부 건축학 · 건축공학전공 교수	
3. 도심 주거지역 도로교통소음 해결형 기술 고도화 및 가이드라인 개발	36
유지수_서울시립대학교 환경공학과 박사과정	
장서일_서울시립대학교 환경공학부 교수	
노명현_㈜포스코 책임연구원	
이수형_한국건설기술연구원 수석연구원	
양홍석_한국주택토지공사 토지주택연구원 책임연구원	

정책과 기술

1. DMZ 도로는 굽은 흙길로	42
이양주_경기연구원 선임연구위원	
2. 카자흐스탄 맞춤형 도로포장 시공 및 유지관리	50
김형배_한국도로공사 도로교통연구원 연구위원	
류성우_한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원	
3. 송산-시화 연결도로 대관람차 사장교의 기본설계	59
이지엽_대림산업(주) 대리	
임치중_대림산업(주) 부장	
박태균_대림산업(주) 부장	
백종균_대림산업(주) 상무	
이준호_대림산업(주) 부장	

4. 자율주행을 위한 주요 도로 환경 요인 분석에 관한 연구

탁세현_한국교통연구원 부연구위원

김사리_한국교통연구원 연구원

강경표_한국교통연구원 연구위원

66



표지사진 : 여의도의 야경

알들정보

겨울철 도로 위 암살자 '블랙아이스'

72

포토에세이

1. 신화를 찾아가는 인문학여행_그린란드 10편

74

2. 삼국시대, 길의 시작을 열다_길의 역사 5편

78

그날의 도로

그날, 돌산대교가 개통되었다

81

그날, 청담대교가 개통되었다.

회원사 탐방 01

강구조 기술혁신의 선두주자_대영스틸산업(주)

83

회원사 탐방 02

최고의 반사성능 제품 제조기업_한국에이버리(유)

88

법령정보 소식

94

한국도로협회 소식

2019 국제도로교통박람회 개최

97

제26회 이부다비 세계도로대회 참가

| 통권 제157호 |

계 간 도로교통

발행일 2019년 12월 18일

발행인 이강래

발행처 한국도로협회

주 소 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층

편 집 신영대, 박상활, 박명득, 방창식,

위 원 노성규, 황훈희, 이정윤, 유동민,

여인수, 최지선, 윤재용,

박진우(간사), 한계령, 배재현,

송이오, 서성천, 박찬식, 계용수,

김보성, 홍보나, 류지은

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 홈페이지/뉴스레터를 통해
서도 보실 수 있습니다.

※원고의 내용은 본 지의 편집방향과 일치하지
않을 수 있습니다.



태릉건설(주) 이 영 남 대표이사를 만나다

“도로포장 기술이 곧 도로의 품질과 서비스를 좌우”

“미래 지향적인 도로포장 제품과 시공을 위해 연구개발 총력”

태릉건설은 도로포장 및 도로시설물 유지보수를 전문으로 하는 건설업체로서 수십 년의 시공기술 및 연구개발 능력을 바탕으로 콘크리트 및 아스팔트 포장을 주요 사업으로 하고 있다. 1989년 9월 창립한 태릉건설은 현재 30여 개의 특허를 비롯해 다양한 지적재산권을 보유한 명실상부한 기술력 중심의 전문기업이다.

태릉건설은 도로포장 내구성과 시공성을 획기적으로 개선하여 도로현장에 적용하였으며, 회사 내 기술연구소를 설립하여 다양한 기술개발에 힘써왔다. 어느 기업보다 연구·개발에 힘쓰는 이유는 기존 도로시장의 한계를 극복하고 새로운 성장동력을 확보하기 위함이라고 이영남 대표는 전한다.

협회에서는 지난 12월 9일에 서울시 영등포구에 위치한 태릉건설에서 이영남 대표를 만나 인터뷰를 진행하였다.

다음은 인터뷰 내용 전문이다.



Q _이영남 대표님, 안녕하세요. 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 태륜건설이 설립된 지 30년이 넘었습니다. 대표기술이라고 할 수 있는 구스아스팔트 포장, LMC 교면포장 등 도로 포장공사뿐만 아니라 건설기계사업, 시설물유지관리, 토공사업 등 다양한 사업을 수행하고 있습니다. 독자들에게 회사 소개 부탁드립니다.

A _안녕하세요. 태륜건설(주) 대표 이영남입니다. 태륜건설은 특허기술인 구스아스팔트와 LMC, HPC, MPC 교면포장 등 내구성 및 품질이 우수한 포장공법을 연구 개발하여 기술력을 바탕으로 품질시공을 하는 도로포장 전문업체입니다. 1989년 설립하여 아스팔트포장공사를 시작으로 구스아스팔트와 LMC교면포장 등 포장신기술을 주도적으로 도입 발전시키고 있으며, 시설물 유지관리와 같은 다양한 건설사업도 수행하고 있습니다.

태륜건설은 시공품질을 강화하고 유지하기 위하여 포장에 필요한 장비를 직접 보유하고 개량 발전시키고 있습니다. 또한, 사내 기술연구소에서는 다양한 도로포장 연구를 수행하여 신기술, 신공법에 관한 사업을 확대 추진하고 있습니다. 우리 회사는 지난 30년 동안 지자체, 도로공사, 지방청 등에 다양한 시공실적을 보유하고 있으며, 발주처가 안심하고 맡길 수 있도록 신뢰를 지속적으로 쌓고 있습니다. 아울러 기본과 원칙을 바탕으로 다양한 분야에서 연구를 수행하며 신기술 신공법 사업을 확대해 나가고 있습니다.

Q _대표님께서 도로포장분야에 30여 년 동안 종사하셨는데요. 그동안 기술발전에 대한 회고한 말씀 부탁드립니다.

A _우리나라에 처음 들어온 도로포장은 재료를 지표에 침투시켜서 결합력만으로 포장하는 방식이었다고 합니다. 지금과 같은 아스팔트나 콘크리트를 생산하고 포장할 수 있는 방법을 도입한 것은 미군의 비행장 건설 때문이었는데요. 공장에서 생산된 아스팔트나 콘크리트를 이용해서 지금과 같이 포장을 하게 되는 시초가 되었죠. 과거 1980년대 도로건설 당시만 해도 도로포장 두께는 기층과 표층으로만 구분하여 상당히 얇았습니다. 하지만 1990년 경제발전 이후 중차량도 많아지고 교통량도 폭발적으로 증가하여 도로에 소성변형이나 파손이 급격하게 일어나기 시작했습니다. 태륜건설 대표가 되면서 이러한 부분에 대한 문제를 개선하기 위하여 내구성을



(우측부터) 한국도로협회 노성규 경영지원실장이 태릉건설(주) 이영남 대표와 김여해 부회장, 이종수 전무와 인터뷰하고 있다.

고려한 공법인 구스아스팔트포장, LMC포장을 도입하고 발전시켰습니다. 이러한 분위기 속에서 다양한 업체에서 각자 나름의 기술력을 보유한 도로포장 시공기술이 앞다투어 개발되었는데요. 우리나라 경제발전과 맞물려 도로포장 기술도 당시부터 현재까지 많은 발전을 이뤘다고 볼 수 있습니다.

Q _도로건설로 인해 경제 활성화가 이뤄진 것은 누구나 공감할 겁니다. 하지만 도로포장 기술 발전이 국민 이동성을 향상시키고 물류비용을 획기적으로 절감시켰다는 것을 인식하는 국민은 그렇게 많지 않을 것 같습니다. 도로포장의 중요성에 대해 한 말씀 해주세요.

A _공감합니다. 88서울올림픽대회 이후로 물동량이 급격히 늘어나는 바람에 90년대에는 교통체증이 심했습니다. 지금은 고속도로망이 전국에 형성되어 있어 전국이 반나절 생활권이 되었지만, 차량으로 인한 각종 사고는 여전히 사회적 문제가 되고 있습니다. 따라서 안전한 도로를 건설하기 위해 주목해야 할 부분은 바로 포장이라는 점을 알아주셨으면 합니다. 말씀하신대로 도로 포장기술이 국가경제와 도로이용자 편의 및 안전에 중요한 역할을 차지합니다. 도로포장을 잘 못 시공하거나 관리하게 되면 도로를 이용하는데 큰 불편을 겪을 수밖에 없습니다. 운전을 할 때 차량의 주행성과 안정성에 영향을 주는 것도 도로포장의 품질입니다.

우리나라 도로 총 연장이 11만km 정도 되지요. 도로 포장률은 93%가 넘습니다. 그리고 이제 도로에는 확충의 개념에서 유지관리의 개념으로 패러다임이 전환되는 시점입니다. 국민들의 수준이 높아져서 도로 이용자들은 질 높은 도로서비스를 요구하고 있습니다. 국민들의 요구에 부응하여 도로포장의 질도 지속적으로 개선되고 있다고 생각합니다.

참고로 우리 태릉건설에서 시공중인 구스아스팔트 포장의 구스층은 내구성이 40년 이상으로 포장 후 40년은 표층만 보수하면 되므로 친환경적인 공법이라고 볼 수 있습니다. 하지만 이에 만족하지 않고 더 뛰어난 친환경적인 소재개발을 위해 다양한 연구를 추진하고 있습니다. 소재 별로 실험과 연구를 통해 탄소저감과 고효율 내구성이 좋은 도로를 만들기 위해 노력하고 있습니다. 이러한 노력들은 궁극적으로 도로포장 기술의 발전은 도로건설에 대한 이미지에도 좋은 영향을 줄 것입니다.

Q _ 말씀하신대로 도로포장은 서비스 측면에서 볼 때 가장 중요한 기술이라고 생각합니다. 하지만 이를 하청기술이라고 받아들이고 있는 게 현실인데요, 도로포장 업체의 인식을 개선하기 위해 민관 간의 다양한 노력이 필요할 것 같습니다.

A _ 네, 우리나라 도로포장 공사만 볼 때는 재료생산, 설계·시공, 유지관리, 포장기계 등 산업이 분리되어 있는 구조를 갖고 있습니다. 각 공종별 산업구조로 쪼개져 있기 때문에 도로포장 산업의 발전이 더딘 것입니다. 또한 도로포장 기술의 전문성보다는 가격경쟁에 의한 낙찰이 우선시 되는 구조가 산업 발전을 더디게 만들고 있는 게 아닌가 생각합니다. 발주부서에서도 예산상 어려움이 있는 것은 알지만 설계반영 시에 유지관리 및 LCC를 고려하여 시공 가격이 조금 높더라도 내구성이 우수한 제품에 대하여 적극적인 반응을 해주셨으면 합니다.

최근들어 기술력과 시공능력을 제대로 갖추지 못한 업체가 일을 진행하여 얼마 지나지 않아 하자가 발생하는 경우도 더러 있습니다. 이는 곧 업계의 이미지에 안 좋은 영향을 끼칠 수밖에 없습니다. 도로를 관리하는 기관에서는 이를 개선할 수 있도록 좋은 정책을 펼쳐주셨으면 좋겠고, 우리 기술자들은 기술력과 품질관리에 최선을 다해야 할 것입니다.

Q _ 태릉건설은 기술개발에 역점을 두며 다양한 특허를 보유하고 있습니다. 대표적인 기술을 소개해주세요.

A _ 저희 구스아스팔트는 다짐이 필요 없는 혼합물로서 개질아스팔트(AP) 및 천연아스팔트(TLA), 다량의 석분과 골재를 1차로 아스팔트플랜트에서 혼합생산한 혼합물을 2차로 쿨커에





태릉건설(주) 사무실에 다양한 기술개발 특허 및 인증서가 장식되어 있다.

서 220~260℃ 혼합 및 가열하여 3cm 또는 4cm로 포설하는 공법입니다. 이 공법은 고유동성 제품으로서 별도의 다짐공정이 필요 없어 시공성이 우수하며 방수기능을 겸비한 아스팔트입니다. 또한, 구스아스팔트는 40년 내구연한으로 내구성이 우수한 제품으로 다른 제품과는 달리 유지보수 측면에서 경제성이 우수합니다. 반사균열, 저항성 등 우수한 내구성을 확보함으로써 국도 및 고속도로에 많이 시공된 공법입니다. 우리 태릉건설은 기술연구소를 주축으로 전직원이 구스아스팔트 공법을 더욱 발전시키기 위해 끊임없이 연구를 진행하여 구스아스팔트로만 10여 건의 신규 특허를 획득하였으며, 현재 중소벤처기업부의 지원을 받아 구매조건부 신제품 개발사업도 추진하고 있습니다.

Q _아스팔트는 배합이 중요하다고 볼 수 있는데요. 구스아스팔트는 어떠한 방식으로 품질관리하고 있는지 설명 부탁드립니다.

A _구스 아스팔트는 굵은골재, 잔골재, 채움재, 개질바인더 및 천연아스팔트인 TLA 등 크게 5가지 재료를 사용하여 생산합니다. 전국의 아스콘 공장에서 임가공형식으로 생산을 하게 되는데, 각지의 골재가 조금씩 다른 특성을 가지고 있습니다. 동절기에 기술연구소 주관으로 시공팀과 구스아스팔트 생산이 가능한 새로운 공장을 찾고, 생산이 검증된 공장도 다시 방문하여 골재 및 생산시설에 대하여 확인합니다. 실제 시공단계에서는 아스콘 공장에서 채취한 골재를 가지고 기술연구소에서 골재, 잔골재, 채움재의 입도를 분석하여 합성입도가 품질기준에 적합하도록 혼합비를 결정합니다. 그 다음 바인더 혼합비를 8.7% 기준으로 $\pm 0.3\%$ 증감하여 배합시험을 진행합니다. 이후 류엘유동성 및 관입량 등 품질시험을 거쳐 구스아스팔트 혼합물 품질기준을 만족하는 바인더 함량을 결정합니다. 이러한 과정을 통해 결정된 골재 혼합비율 및 바

인더 함량으로 배합표를 작성하여 최종 생산단계에 이르게 됩니다. 생산된 제품은 쿠키로 교반 가열하여 운반되는데 현장 도착 후 온도, 류엘유동성 등 현장시험을 통하여 시공하는 과정을 거치게 됩니다.

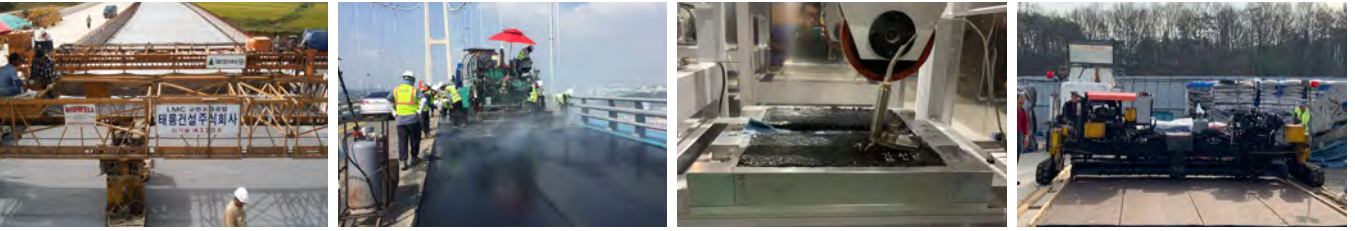
Q _구스아스팔트에 이어 최근 도로 건설현장에 많이 적용되고 있는 LMC 교면포장 공법에 대해서도 소개 부탁드립니다.

A _LMC 교면포장공법은 미세합성 SB 라텍스를 이용한 고분자 콘크리트입니다. 특히, 수밀성, 내구성, 부착성 등 물리적 성질을 개선한 콘크리트 재료를 교량상판 덧씌우기에 적용하는 공법입니다. 방수층이 필요 없는 교면포장 공법인데, 25년 이상 우수한 동결융해 저항성과 내구성, 안정성, 활하중 저항모멘트 증대, 부착성, 휨강도 등의 역학적 성질이 매우 우수합니다. 일반적으로 사용되는 아스팔트포장은 쾌적한 도로 환경, 우수한 주행성과 빠른 교통개방의 장점이 있습니다. 이러한 장점에도 불구하고 아스팔트포장은 공용기간이 7~10년으로 짧고 재포장 등 유지관리비가 발생합니다. 또한 잦은 유지보수는 도로를 이용하는 국민의 불편으로 이어 집니다. 기존 아스팔트 포장공법의 문제점을 해결하기 위해 태릉건설은 강도, 수밀성, 균열억제, 방수성, 내구성 등이 우수한 개질 콘크리트 교면포장 기술인 LMC포장 공법을 개발하였고, HPC, MPC 공법 등 좀 더 품질 좋은 포장으로 발전시키면서 다양한 도로건설 현장에 적용하여 유지관리비를 절감하고 있습니다.

Q _구스아스팔트와 LMC교면포장 공법이 다양한 건설현장에 적용됐다고 하셨는데, 대표적인 시공 실적을 말씀해주세요.

A _최근에도 고속도로, 국도, 간선도로 등 주요 도로망에 우리 회사 공법이 적용되었습니다. 구스아스팔트와 LMC교면포장공사는 최근 3년 간 60건 이상의 포장시공을 진행했습니다. 특히 국도4호선 영천 금호읍 구간, 국도 47호선 포천 이동면 구간, 정안IC, 천안~논산고속도로, 서울 외곽순환도로 등은 구스아스팔트가 교량 교면에 포장 시공된다는 기존의 관념을 깨고 토

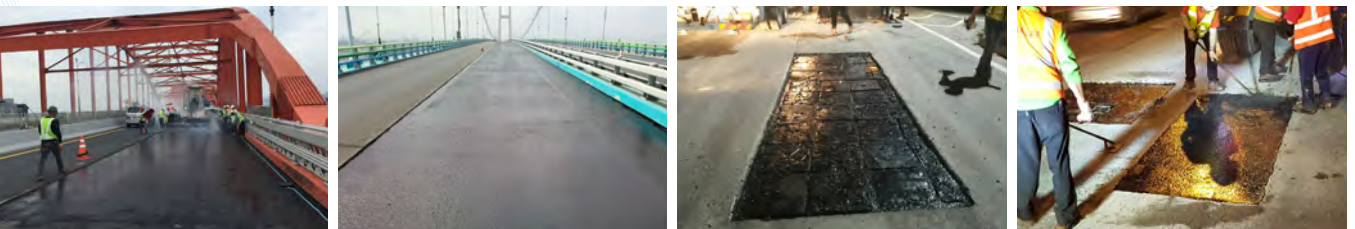




공부 콘크리트 도로를 구스아스팔트 재포장공사(구스3cm+표층아스콘5cm)를 시행하였으며, 현재까지 하자없이 쾌적한 도로환경을 유지하고 있습니다. 이외에도 서울외곽순환도로 도로공사 동서울지사관내 교면 재포장공사, 사장교인 울산대교 강상판, 동작대교 강상판, 이포대교 등 다양한 도로 구간에 포장공사를 진행하였습니다. 우리 태릉건설은 한국도로공사, LH공사, 지자체, 지방청 등 공공기관 발주처와 국민들 모두 도로를 이용하는데 불편함이 없도록 최상의 서비스로 보답할 것을 약속합니다.

Q _ 최근 도로상의 포트홀, 침하 현상 등의 일이 빈번하게 발생하고 있습니다. 이러한 이슈에 대한 대응 기술이 있다면 말씀해주세요.

A _ 예, 최근 이상기후 발생에 따른 재난재해, 중차량 증가, 과적차량, 포트홀, 지하수 고갈에 따른 지반침하, 도심지 상하수도관에 따른 도로침하, 염화칼슘 살포 등 도로포장의 조기 파손이 빈번하여 도로포장 긴급보수가 급증하고 있습니다. 최근에는 태릉건설에서도 사회적 이슈가 되는 포트홀 현상을 임시방편이 아닌 완벽히 보수 가능한 구스블록포장공법을 개발하여 상용화하고 있습니다. 기존 구스아스팔트로 포트홀 보수시 효과를 발휘할수 있으나 양생시간과 다의 문제가 있어 미리 구스블록을 만들어 보수하는 공법을 채택하여 양생시간을 단축하고 상온아스콘 보수 시 발생하는 단기간 재보수 문제도 해결하였습니다. 특히 우리 태릉건설이 본격적으로 구스아스팔트를 시공하기 시작한 6~7년 전부터 현재까지 포트홀, 균열 등 하자보수율이 제로에 가깝다는 것에 큰 자부심을 느끼고 있습니다. 이러한 기술력과 시공력으로 구스아스팔트 제품은 중소벤처기업부로부터 성능인증서도 받았습니다. 도로이용자의 불편사항을 수용





이영남 대표이사 이력

- 1989. 태릉건설(주) 설립
- 2011. 모범납세자 표창(국세청장)
- 2011. 우수전문건설업체 표창(한국도로공사 사장)
- 2013. 선진교통안전문화 정착기여 표창(국토교통부장관)
- 2014. 재해대책업무 표창(국민안전처장관)
- 2016. ~ 전문건설협회 포장공사협의회 전문기술위원
- 2019. ~ 대한건설기계협회 부회장

하고 안전성을 향상시킨다는 목표를 두고 고품질의 포장기술을 개발하기 위해 우리 태릉건설 기술연구소에서는 다양한 연구를 수행하고 있습니다.

Q _작년 신산업과 신기술을 먼저 허용한 뒤 사후 규제하는 포괄적 네거티브 전환과제를 선정했습니다. 도로포장 분야도 포함되어 있는데요. 아스팔트나 콘크리트로 제한된 도로포장 자재에 대한 규제가 완화돼 폴리머와 플라스틱 등 신소재도 사용할 수 있게 된다고 합니다.

A _네, 저도 작년 정부 보도자료를 통해 접했습니다. 변화하는 국내외 건설현장에 대응할 수 있는 능력을 갖추고 미래를 준비하는 기술력을 확보하는 것이 궁극적으로 사회와 국가발전에 기여할 수 있을 것입니다. 우리 태릉건설도 단순 재료나 시공분야를 넘어서 융복합 산업을 대비한 미래 지향적인 제품과 시공을 위해 노력하고 있습니다. 앞으로도 연구개발을 지속적으로 확대하고 건설현장에 적용할 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

Q _마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A _자동차가 늘어날수록 사회적으로 갖는 도로의 기능과 역할은 증가합니다. 이 과정에서 우리 도로기술인들은 도로 이용자의 서비스 품질 요구나 변화하는 정세에 얼마나 적절하게 대응할 수 있는지 다양한 숙제를 맞이하고 있습니다. 게다가 한 번 건설해 놓으면 영구적으로 이용해야 하는 사회기반시설인 도로는 시간이 흐를수록 이용에 대한 새로운 문제가 제기될 것이고, 사회적 가치관의 변화 또한 생길 것입니다. 하지만 이 모든 과정에서 도로포장의 기술이 곧 도로의 품질과 서비스를 좌우한다고 생각합니다. 도로 포장 종사자들께서는 도로포장의 발전이 곧 도로산업의 발전이라는 자부심을 가지며 일했으면 좋겠습니다. 마지막으로 한국도로협회 관계자뿐만 아니라 전국 모든 도로인 여러분들, 2020년 경자년에도 복 많이 받으시고 소망한 일 모두 이루어지는 해가 되시길 바랍니다. 감사합니다.

협회에서도 태릉건설뿐만 아니라 모든 도로포장 기술인분들께 도움 드릴 수 있도록 언제나 소통하고 협력하겠습니다. 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 

(주)네오안전플러스 최영섭 대표이사를 만나다.



“2차 사고 예방을 위한 캠페인과 더불어 안전운전 상품 연구개발에 노력”
“후방 접근 차량 2차 사고를 예방할 수 있는 상품을 각고의 노력 끝에 선보여”



주식회사 네오안전플러스는 교통사고나 자동차 고장으로 자동차가 정차되었을 때 후방 접근 차량에게 위급상황을 인지시켜 추돌사고 및 2차사고를 예방할 수 있는 제품을 개발하였다.

당사에서는 세계 최초로 운전자와 동승자의 안전을 도모하기 위해 트렁크 부착형 안전표시판 특허를 획득하였고, 현재 이를 유통 및 판매하고 있다. 도로교통 안전 제품들이 확대되고 있는 만큼 그 시장에서 네오안전플러스의 그 기술력과 입지는 점차 확대되고 있다.

협회에서는 지난 11월 19일에 서울 영등포에 위치한 네오안전플러스 지사에서 최영섭 대표를 만나 인터뷰를 진행하였다. 최 대표는 “후방 접근 차량의 2차 추돌사고를 예방할 수 있는 상품을 각고의 노력 끝에 개발하였다”며 “저희 임직원들은 생명 존중의 마음을 담아 로드키퍼를 만들었고, 관계자 여러분들께서 우리 제품을 많이 찾아주셨으면 한다”고 덧붙였다. 다음은 인터뷰 내용 전문이다.

Q _ 최영섭 대표님, 안녕하세요. 인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 도로교통 독자들에게 인사 부탁드립니다.

A _안녕하세요. 우선 도로교통 저널에 저희 회사를 소개할 수 있는 기회를 마련해주셔서 감사합니다. 네오안전플러스는 도로교통 사고 예방을 위한 제품을 개발하고 제조, 유통하고 있는 회사입니다. 우리는 도로 위에서 교통사고나 차 고장 등으로 예기치 못하게 발생할 수 있는 2차 사고를 예방하기 위해 다양한 제품들을 개발하고 있습니다. 현재 대표 상품인 로드키퍼라는 제품의 소비자층 확대를 위해 다방면으로 노력하고 있으며, 특히 2차 사고 예방을 위한 캠페인과 더불어 안전운전 상품 연구개발에 힘쓰고 있습니다.

Q _ 대표님께서 도로에서 발생하는 사고 예방에 관심이 많으신 것으로 알고 있습니다. 특히 말씀하신 2차 사고는 사망까지 이어지는 경우가 많다고 하는데 어떤 경우에 발생하나요?

A _현대인들은 도로 위에서 지내야 하는 시간이 많습니다. 자동차 운전의 안전장치는 날로 늘어가고 있다고는 하지만 그만큼 불의의 상황을 직면하는 경우도 많아지고 있습니다. 차량의 갑



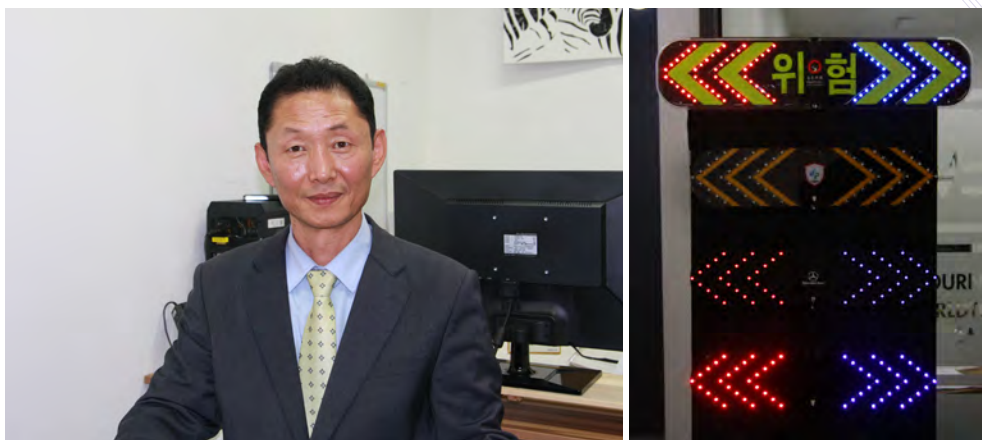
작스러운 고장, 예기치 못한 도로 상황에 의한 차량파손, 차량과의 접촉사고, 로드킬 등 도로 상 혹은 갓길로 비상 정차해야 하는 경우가 부득이 생길 수 있습니다. 이때 탑승자가 차량 고장이나 선행사고로 정차한 상태에서 차량 안에 머물거나 주변에 내려 있다가 뒤따르던 차량과 충돌하는 경우가 많은데요. 매년 이와 같은 케이스로 도로에서 많은 사람들이 죽거나 다치고 있습니다. 제가 알기로는 일반사고보다 치사율이 약 5배 높다고 합니다. 사고나 고장 수습에 나선 경찰관, 도로관리 직원, 보험사 직원, 견인차 기사 등 제3자 피해도 발생합니다. 안타깝게도 작년에는 2차 사고로 35명이 목숨을 잃었다고 하고, 최근에도 고속도로에서 끊임없이 2차 사고가 발생하고 있습니다.

Q _ 도로 상에 사고가 발생했을 때 과거에는 안전 삼각대를 후방에 세우도록 도로교통법에 의해 규정했는데, 오히려 위험하다는 지적 때문에 몇 년 전부터 정부 및 관계기관에서 이를 개선하기 위한 노력들을 다양하게 시행하고 있습니다. 어떤 부분이 개선되어야 한다고 생각하십니까?

A _ 네, 현재 명확한 의무 규정은 없으나 관계기관별로 다양한 방안을 마련하여 시행중이라고 들었습니다. 실제로 한국도로공사는 삼각대 설치를 생략하고 도로공사 자체 규정을 마련해 우선적으로 대피하는 캠페인을 운전자들을 대상으로 실시하는 걸로 알고 있습니다. 그리고 비상 등 점등, 트렁크 개방, 안전조끼 착용, 전지신호봉 등 운전자의 상황과 환경에 따라 다양한 방안을 강구하고 있다고 들었습니다. 이와 같이 환경에 따라 다양한 방법을 적용하는 게 현실적인 방안일 것 같습니다. 관련하여 안전용품 인증 기준 등을 마련하고 강화하는 기준을 만드는 게 동시에 병행되어야겠죠.

Q _ 사고차임을 알리기 위한 현실적인 방안이 있다면 어떤 게 있을까요?

A _ 사고가 발생한 후 2차 사고는 순간적으로 발생하기 때문에 사고차임을 바로 알리는 것이 가장 중요한 포인트라고 생각합니다. 앞서 말씀하셨지만 비상시에 갓길이나 바깥 차로에 세운



후 차량 후방에 안전 삼각대를 설치하는 조치는 2차 사고를 당할 수 있는 가장 위험한 행동입니다. 실제로 삼각대를 후방에 설치하다보면 오히려 더 큰 사고를 유발할 수 있고 사고 사례도 많기 때문에 삼각대 설치 의무는 축소 · 폐지되었고, 이외의 다양한 형태의 경고 장치를 대체 설치하는 것이 허용되었습니다. 일단은 차량 고장의 이유로 갓길로 이동시킬 수 없을 때는 비상등을 켜고 트렁크를 여는 등의 최소한의 안전조치 후 갓길이나 가드레일 밖으로 대피하여야 합니다. 요즘 불꽃신호기나 경광봉같은 제품들을 차량에 비치시켜 활용하는 경우도 있지만 그 기능이 오래가지 못하거나 악천후에는 시안성이 좋지 않은 경우가 많아서 사고의 위험을 충분히 대비했다고는 할 수 없습니다. 저는 개인적으로 비상등을 켜고 트렁크를 열어서 신호를 보내는 방법을 추천합니다. 사고가 나면 차 안에서 바로 조치할 수 있기 때문입니다.

Q _ 대표님께서 2차사고를 줄이기 위해 다양한 개선 방법을 고안하고 계신데요. 여러 가지 안전 수칙에 대해 다시 한 번 강조해주시면 고맙겠습니다.

A _ 네, 교통사고는 생명과 직결되는 문제이기 때문에 몇 번을 강조해도 지나치지 않습니다. 우선 2차사고 예방을 위해서는 운전자들 인식의 개선이 우선적으로 이뤄져야 할 것입니다. 대다수 운전자는 사고가 나면 밖으로 나가 본인의 차 상태를 먼저 살핍니다. 하지만 앞서 강조하였지만 이는 2차 사고의 원인이 되는 가장 위험한 행동입니다. 최소한의 조치를 하고 도로 밖으로 벗어나는 것이 가장 안전합니다. 2차 사고는 멈춰 있는 차량을 미처 발견하지 못해 참변이 이어지는 사례도 있기 때문에 옆 좌석이나 뒷좌석 동승자도 있다면 도로 밖으로 대피하는 것이 좋습니다. 사고나 고장으로 차가 멈췄다면 우선 비상등을 켜고 트렁크를 열어둬야 합니다. 트렁크에 설치된 비상경고판이나 LED 비상신호 등을 활용한다면 뒤따르는 차량을 바로 인식시킬 수 있는 최적의 방법이겠죠. 꼭 비상 깜빡이를 켜고 트렁크를 열어서 후속 차량에 비상 상

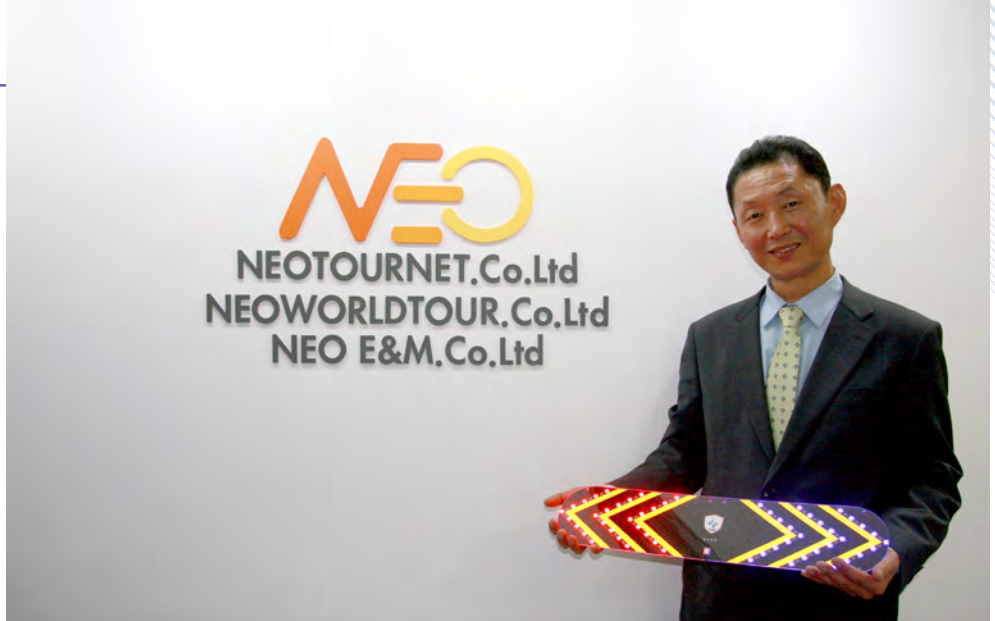
항임을 알려야 합니다. 기본적인 조치를 마친 뒤에는 운전자와 동승자 모두 도로 밖으로 대피해야 합니다. 갓길로 이동하는 것이 안전하다고 생각할 수 있지만, 2차 사고는 갓길에서도 발생하기 때문에 위험한 상황이 아니라면 가드레일을 넘어 도로 밖으로 대피하는 것이 좋습니다. 사고 상황을 알리기 위해 보험사나 한국도로공사 등에 연락을 취할 때도 도로 본선을 완전히 벗어난 뒤 전화를 걸어야 2차 사고를 예방할 수 있습니다.

Q _ 지난 2019 국제도로교통박람회를 통해 2차 사고를 예방할 수 있는 제품을 선보이셨는데요. 상당히 인상적인 것 같아서 이렇게 도로교통 저널에도 소개하는 자리를 마련했습니다. 독자들에게 제품소개 부탁드립니다.

A _ 우선 저희 제품을 칭찬해주셔서 감사합니다. 저희 회사는 ‘트렁크를 열어서 바로 사고 차’임을 알릴 수 있는 방법이 가장 빠르고 현명한 대처일 것으로 판단하고 다양한 제품들을 개발했습니다. 경광등 혹은 불꽃신호기를 찾아서 켜는 과정도 위험하다는 걸 인지하고 그 대응 시간을 획기적으로 줄였습니다. 물론 어떠한 환경에서도 시안성이 뛰어납니다. 우리 임직원들은 몇 년간 노력 끝에 로드키퍼(Road Keeper)라는 제품을 개발하여 2018년 11월 특허를 획득하였습니다. 로드키퍼라는 제품은 단 몇 초 만에 뒤에서 오는 차량에게 바로 인지시킬 수 있고, 대응에 소극적인 사람들도 바로 대처할 수 있다는 점이 핵심입니다. 로드키퍼는 자동차의 트렁크를 열기만 하면 트렁크 전등이 켜지는 원리를 이용하였습니다. 사고가 나면 단 몇 초 안에 뒤따라오는 차량에게 이를 알릴 수 있습니다. 로드키퍼는 시인성이 좋은 LED 빛으로 표현하여 약천후인 경우에도 200m에서 날씨가 좋은 날은 최대 1km 후방까지 뒤따라오는 운전자에게 위험을 알리고 2차 추돌을 방지할 수 있습니다.

Q _ 로드키퍼의 종류와 그 설치 방법이 있다면요?

A _ 로드키퍼는 크게 일반형, 접이식, 고급형으로 구분하여 판매하고 있습니다. 자동차를 이용하는 모든 운전자, 자동차 제조판매사, 자동차용품 취급점, 경찰차, 관공서 순찰차, 국도관리원 순찰차, 택시 등 다양한 수요처를 확보하여 판매하고 있습니다. 설치방법은 간단합니다. 각 타입별로 표지판, 연결선, 컨트롤러의 세 부분으로 구성 되어있고, 누구나 모든 차량에 무리 없이 5분 안에 설치할 수 있게끔 설계하였습니다. 부연 설명을 하자면, 자동차 전원선을 로드키퍼에 연결하는 기능의 연결부는 사용자가 절단 및 이음테이핑을 하지 않도록 설치에 불편함을 갖지 않도록 만들었습니다. 또한 연결부를 거쳐 주 안전표식이 다양한 발광패턴을 선택할 수 있도록 컨트롤러 기능을 갖도록 하였습니다. 사용자의 특성과 취향에 따라 자유롭게 선택하여 사용하시면 됩니다. 특히 발광체는 반도체로 설계하고 LED 빛을 적용하여 그 수명을 극대



화하였습니다. 자세한 방법은 우리 회사 홈페이지(www.roadkeeper.co.kr)를 참고하시면 됩니다.

Q _ 네오안전플러스의 향후 계획에 대해 알고 싶습니다.

A _ 현재 자동차 2차 사고 예방을 위한 상품을 기본으로 소비자나 수요기관들이 쉽게 만나볼 수 있도록 다양한 전시회에 참여할 계획입니다. 그리고 특허상품인 로드키퍼의 상품성을 인정 받기 위해 도로교통공단 등 국가기관에 시험테스트를 의뢰할 방침입니다. 또한 건설현장 및 생활시설 안전상품도 개발하여 그 사업 영역을 확대할 예정입니다. 궁극적으로 우리 회사의 사명 과도 같은 '2차사고 사망 제로'를 위해 자동 위험감지 및 경고시스템 등 제어 기능상품도 연구 개발하여 출시할 계획입니다. 나아가 2차 사고 예방을 위해 '2차사고 예방 홍보맨'을 자처하여 관련 기관 및 단체 등과 협력하여 캠페인 활동을 적극 펼칠 예정입니다. 교통사고 예방에 작게나마 도움이 될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

Q _ 마지막으로 도로교통 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다.

A _ 도로에서 비상상황이 발생하면 정작 어떤 조치를 해야 하는지 운전자는 당황합니다. 그 사 이에 소중한 건강과 생명을 잃는 안타까운 사고도 빈번하게 발생합니다. 우리 네오안전플러스 는 사고차량을 바로 알릴 수 있는 방법이 무엇인지 많이 고민하고 연구한 끝에 로드키퍼라는 제품을 탄생시켰습니다. 우리 제품이 많이 보급되어 2차 사고가 예방되고 줄어든다면 더할 나 위 없이 좋겠지만 무엇보다 인재를 줄이기 위해서는 국민들의 인식 개선이 필요합니다. 저부터 도로에서 발생하는 2차 사고를 줄이기 위해 많은 관계기관 사람들과 소통하고 협력하겠습니다. 나아가 네오안전플러스에서도 보다 안전한 도로환경을 만들기 위해 최선을 다하겠습니다. 한국 도로협회와 인연이 닿은 만큼 앞으로 소통하고 협력할 기회가 많아졌으면 합니다. 감사합니다.

인터뷰에 응해주셔서 감사합니다. 

특집 01

서울특별시 도로관리 빅데이터 시스템 개발 및 운용 현황

백종은 | 서울시 도로관리과 포장조사평가팀장

최연우 | 서울시 도로관리과 도로관리팀장

박경원 | ㈜한국포장기술 대표이사

1. 시스템 개요 및 필요성

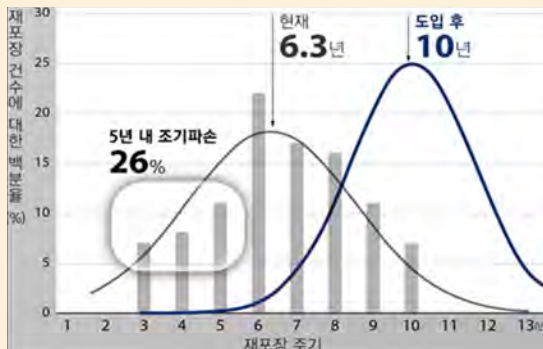
서울시 도로포장은 대부분 1970~80년대 신설되고 공용기간이 30년 이상 지속되어 노후화가 상당히 진행된 상태이다. 특히 부족한 예산으로 단순히 표층만 절삭하고 재포장하는 방식으로 보수를 실시하고, 최근 교통량이 증가하고 기후변화 영향까지 가해져 포장체 하부까지 심각하게 손상된 경우가 많다<그림 1.a>. 특히 2000년 이후 본격적으로 적용한 버스

전용차로의 경우 중차량 교통량이 집중되는 교통여건에도 불구하고 일반 도로포장 구간과 동일한 단면이 사용되었다. 이러한 하부층 손상, 단면두께 부족 등으로 도로포장이 한계수준에 도달하여 포트홀, 소성변형, 도로함몰 등과 같은 도로파손이 급증하고 있다. 따라서 일반적으로 10년 정도 사용 가능한 표층의 공용수명이 6.3년 정도로 짧은 보수를 필요로 하고 있다.<그림 1.b>

<그림 1> 서울시 도로포장 현황 : (a) 하부 손상, (b) 재포장 주기 분포



(a)



(b)

〈그림 2〉 서울시 도로관리 빅데이터 시스템 구성



이렇듯 다양하고 복합적인 원인으로 인해 파손되는 도로포장을 체계적으로 관리하기 위해서는 무엇보다 과학적이고 종합적인 원인 분석을 통해 정확한 문제점을 파악하고 맞춤형 해결방안을 마련하는 것이 중요하다. 이를 위해 서울특별시에서는 2017년도부터 「도로관리 빅데이터 시스템」을 3단계에 걸쳐 구축하고 있다. 금년 말까지 2단계 사업까지 완료하여 내년부터는 일부 시스템을 활용하고, 3단계 사업이 완료되면 전체 시스템을 활용하여 도로관리에 적용할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

서울시에서는 도로관리를 위해 현재 다양한 시스템을 사용하고 있다. 예를 들어 도로포장 상태 평가 및 보수공법 선정을 위한 도로포장관리시스템, 포트홀을 실시간으로 신고 및 처리하는 포트홀신고시스템, 도로함몰 발생을 예상하고 발견한 공동을 추적·관리하는 도로함몰시스템, 도로면, 도로시설물, 부속물을 관리하는 도로관리시스템, 도로굴착과 관련된 도로굴착복구시스

템 등이 있다. 이와 같이 다양한 도로관리 정보 시스템을 운영하고 있으나 운영자가 다르고 다양한 정보에 대한 접근 및 관리방식도 다르기 때문에 상호간 정보 활용이 어려운 실정이다.

따라서 도로관리 빅데이터 시스템에서는 개별로 구축된 도로관리 정보시스템의 자료에 대한 유용성을 높이기 위해 표준화 및 축적된 자료를 통합 분석할 수 있도록 AI 기반 분석 시스템을 개발하고 있다. 현재 구축된 도로관리 빅데이터 시스템은 〈그림 2〉와 같이 도로포장관리시스템(PMS, Pavement Management System), 포장공사품질관리시스템(PQMS, Pavement Quality Management System), 포트홀신고보수시스템, 도로함몰관리시스템, 굴착복구관리시스템, 제설현장관리시스템, 도로정보시스템 등 총 7개로 구성되어 있다. 본 원고에서는 빅데이터 시스템 개요 및 도로포장관리에 적용되는 PMS, PQMS, 포트홀신고보수시스템에 대하여 소개하고자 한다.

〈그림 3〉 도로관리 빅데이터 시스템 단계별 구축 계획



2. 과업 내용 및 범위

도로관리 빅데이터 시스템 구축사업은 2017년 5월에 착수하여 총 3단계로 진행되고 있다<그림 3>. 1단계의 빅데이터 시스템 기반 구축은 도로관리 업무 틀을 개발하고 그에 필요한 기반기술을 정비하고 신설하는 것이다. 2단계의 빅데이터 융합을 위한 분석기법 정형화는 1단계에서 개발된 기술을 검증하고 보완하여 데이터를 확대하는 등 실무적용, 접근성 향상, 필요한 사항 개발, 문제점 개선을 통해 DB를 정규화 하는 것이다. 마지막 3단계의 분석기법 개발을 위한 피드백 및 현행화는 미래지향적 운영 전략 개발을 목표로 기술변화를 예측하여 수용하는 구조이며, 시스템을 개편하고 운영방법 및 방향을 정립하는 것이다.

1단계 주요 과업은 도로포장정비 의사결정 지원 기능 개발 및 도로포장 품질관리체계를 전산화하는 기

반을 구축하는 것이다. 서울시는 2018년 30년 생애주기를 고려한 도로포장 관리를 위한 기본계획을 수립하였다. 이 기본계획을 체계적으로 시행하기 위해 빅데이터 시스템은 도로포장상태 정기조사를 실시하였으며, 평가한 포장상태를 기초하여 보수기법별 도로포장관리 지수를 개발하였다.

특히 평탄성지수는 불량맨홀, 단차 등으로 인해 승차감이 불량한 도로를 평가하기 위한 지수이다. 노후화지수는 구조적인 안정성이 떨어져 반복적인 파손이 발생하는 도로를 관리하기 위한 지수이다. 이 두 가지 지수를 통합한 종합관리지수는 서울시 전체 도로포장 수준을 평가하기 위해 사용된다. 이러한 지수를 바탕으로 공용수명(10년) 및 생애주기(30년)를 고려한 포장관리계획을 연차별로 수립 및 개선할 수 있도록 하였다.

이밖에 지하매설물의 위치 및 노후화 등 다양한 정보를 바탕으로 도로함몰 예측 및 관리시스템을 고도화

〈표 1〉 도로관리 빅데이터 시스템 1단계 주요 사업 내용

주요사업	세부내용
도로포장정비 의사결정 지원기능 개발	• 공용수명 주기(10년), 생애주기(30년)와 관리목표를 반영한 도로포장정비 투입예산계획 및 정비기법 분석 전산화 • 네트워크/프로젝트 레벨 구분하여 정의 및 세부 추진방안 • 환경변화에 유연하게 대처 가능한 개방형 광역프레임 구축 • 서울형 포장설계법 관련 추진 중인 연구사업 성과 반영 · 개선 및 전산화 • 교통량, SPI지수 등 연계 가능한 유관시스템 실시간 연계 구축 • 도로포장 관련 정책 및 예산배분 등 의사결정 지원 • 빅데이터 기반으로 도로관리 기술 개발 · 검증
포장공사 품질관리체계 전산화	• PQMS 국내외 선진사례 현황 조사 · 분석 및 벤치마킹 • 포장공사 품질관리 현황분석을 통한 문제점 및 개선대안 도출 • 서울형 포장품질관리체계(SPQMS) 설계 및 구현 • 시범적용을 통한 적용성 검토 및 보완, 실무매뉴얼 개발

하였다. 또한 빅데이터 자료 관리를 위해 기존 시스템과 연계 및 고도화를 추진하고, 빅데이터 분석을 위한 도로면 기반정보를 전산화하였다.

2단계 주요 과업은 현장조사 및 다양한 포장상태에 따른 포장정비지수의 개선 및 검증, 유지보수 대상 구간 포장설계를 위한 자료 연동, 포장공사 품질관리체계 자료 구축 및 검증이다. 1단계에서 개발된 포장정비지수를 도로관리 유지보수 담당자 및 도로전문가에게 의견을 수렴하여 도로포장 실제 상태와 포장지수가 일치하도록 하고 도로관

리 기본계획에 제시된 포장관리기법(노후포장, 평탄성포장, 예방포장)을 현행화 할 수 있도록 포장정비 지수를 검증하고 개선하는 것이다.

도로포장정비 의사결정 지원기능을 검증하고 개선하기 위해 도로포장의 실제 공용수명을 바탕으로 포장상태를 예측하는 공용성모델을 개발하고, 포장의 상태가 급감하는 구간을 우선적으로 보수하는 의사결정체계를 개선한다. 또한 포장관리기법 관리수준에 따른 예산을 산출하여 정책결정에 활용할 수 있도록 시스템을 개선하는 것이다.

표 2. 도로관리 빅데이터 시스템 2단계 주요 사업 내용

주요사업	세부내용
포장정비지수 개선	• 현장조사 및 공청회를 통한 포장정비 지수 개선 및 검증 • 포장상태 및 공용성 예측모델 개발 • 보수대상구간 선정방식 검증 및 개선 • 예산수준별 유지보수 시나리오 기능 검증 및 개선 • 포장상태 현황 및 예측 통계 기능 개발 • 포장셀 DB 현행화
유지보수대상 관리기법 개발	• FWD 역해석 알고리즘 및 프로그램 개발 • 도로포장 보수대상 구간 현장 조사방법 개발 및 표준화 방안 제시 • 서울형 포장설계법과 포장상태관리시스템 자료처리 연동
포장공사 품질관리체계 검증	• 포장공사 품질관리 현황분석을 통한 문제점 및 개선대안 도출 • 서울형 포장품질관리체계(SPQMS) 설계 및 구현 • 시범적용을 통한 적용성 검토 및 보완, 실무매뉴얼 개발

보수대상으로 선정된 구간에 대해서는 포장단면설계를 지원할 수 있도록 자료를 분석하고 연계하여 관리할 수 있는 방안 제시한다. 포장공사 품질관리 체계를 실무에 적용할 수 있도록 사용자 편의성을 고려하여 시스템 개선하고, 서울시에서 적용되는 모든 종류의 혼합물 정보 및 실제 품질관리자료를 입력하여 시스템 체계를 검증하는 것이다.

마지막으로 3단계에서는 1,2단계에서 구축된 다양한 빅데이터를 활용하여 도로관리 정책수립 및 의사결정에 필요한 자료를 AI 기반으로 분석할 수 있는 기술을 개발하고 이를 통계 처리할 수 있도록 그 기능을 확대할 예정이다.

3. 활용방안 및 기대효과

도로포장 관리업무는 도로현황, 포장상태, 교통여건, 보수이력, 정비공사, 정비예산, 정책방향 등 다양한 요소들을 고려해야 한다. 서울시의 경우 특별시도는 본청, 구도는 각 구청에서 관리하고 있다. 유

지관리의 경우에는 간선도로와 도시고속도로는 각각 서울시 도로관리과 및 도로시설과에서 기획 및 예산을 편성하고 있다. 도로정비 및 유지관리 공사는 6개 도로사업소와 서울시설공단에서 실시하고 있다. 특히 도로포장은 포장상태 조사, 보수공법 선정 및 설계, 유지보수 계획, 포장공사 품질관리 등 여러 부서에서 담당하고 있다. 따라서 <그림 4>와 같이 도로관리 빅데이터 시스템을 활용하여 이러한 업무를 통합 관리할 수 있다면 보다 체계적이고 효율적으로 도로포장 관리를 할 수 있을 것이다.

이러한 통합관리를 통하여 수집된 자료는 도로포장 의사결정 및 정책결정에 활용할 수 있다. 기존에는 어떤 구간에 파손이 초기에 발생한 경우에 긴급보수나 잦은 재포장 이외에 특별한 관리방법이 없었다. 하지만 빅데이터 시스템을 활용할 경우에는 보수이력, 재료 및 공법의 품질수준, 연도별 파손량, 교통량, 지지력, 기후변화 등을 다각도로 분석하여 정확

<그림 4> 빅데이터 시스템을 통한 도로포장 통합 관리



〈그림 7〉 포트홀신고시스템 개선을 통한 포트홀 위험구간 예측



기 때문에 자료 부족이나 판단오류 등에 의한 품질 불량을 사전에 조치하여 부실시공을 예방할 수 있을 것이다(그림 6).

포트홀의 경우에도 최근 실시간 신고시스템을 통하여 신속 복구하여 교통안전사고 예방을 위해 노력하고 있다. 앞으로는 포트홀 빈발 구간, 발생 특성, 보수공법 및 연도, 교통량, 기후조건 등을 종합적으로 분석하여 포트홀 발생을 사전에 예측하여 선제적으로 보수할 수 있도록 자료를 구축하고 분석기술을 개발할 예정이다.

4. 과업추진 역점사항 및 정책적 제언

혁신적인 도로관리 정책을 수립하기 위해서는 현황 파악의 정확성, 신뢰성 높은 원인 분석, 현실 가능한 대안 분석, 단·장기 예산 및 추진계획 등 많은 고

민이 필요하다. 또한 도로관리의 다양한 문제해결을 위해서는 무엇보다 다양한 정보가 필요하지만 실질적으로 적합한 자료를 얻는 것은 매우 어려운 현실이다. 특히나 상관성 없는 자료로 만든 정책은 실효성이 없을 것이라는 것은 자명하다.

서울시 도로관리 빅데이터 시스템을 구축하면서 가장 중요하게 고려한 사항은 ‘관련성 높은 양질의 자료를 수집’하는 것이고, 이를 기반으로 ‘어떻게 하면 올바르게 분석할까?’ 하는 부분이었다. 빅데이터 시스템은 대상이나 목적에 따라 다양한 분야에 적용할 수 있다. 하지만 자료 수집과 분석 과정에 대해서는 많은 고민을 통해 올바르게 기획해야 좋은 성과를 기대할 수 있을 것이다. 앞으로도 서울시는 도로관리 빅데이터 시스템을 지속적으로 연구개발하여 보다 나은 도로환경을 만들기 위해 최선을 다하겠다. 🇰🇷

특집 02

입체도로제도를 활용한 도심 정비방안 일본 입체도로제도를 중심으로

백승관 | 청주대학교 휴먼환경디자인학부 건축학 · 건축공학전공 교수

1. 서론

대도시 지역을 중심으로 도로혼잡, 토지비 급등, 대체지 취득난 등으로 토지확보가 어려워 시가지 내의 간선도로 정비를 위한 도로 사업이 시간이 지날수록 힘들어지고 있다. 이에 따라 도로사업의 원활한 진행과 쾌적한 도시환경을 유지하면서 효율적이고 합리적인 토지이용을 촉진하기 위해 간선도로의 정비 및 주변지역을 포함한 종합적인 정비의 필요성이 대두되고 있다. 또한 대도시의 노후화된 지역을 중심으로 도시재생사업이 확산되고 있는데, 도시의 시가지 정비에 있어서 도로정비는 그 기반이 된다. 하지만 도로정비를 위해서 기존 주민들을 위한 토지보상비 및 생활권에 대한 문제를 해결해야 하고, 기존 시가지를 정비하는데 있어서 토지이용의 효율성을 높이기 위한 개발도 불가피한 상황이다.

이와 관련하여 도로 및 건축물의 일체적 정비의 필요성이 높아지고 있는데, 과거 1970년대에는 입

체개발이 가능하였지만 현재는 도로의 입체개발이 공공성 측면에서 제한되고 있다. 또한 공공부지 상부 사권(양도 및 임대 등) 제한으로 입체적 활용이 어려운 상태(국유재산법, 공유재산 및 물품관리법)이며, 건축제한, 허용기준 등의 가이드라인이 현재까지는 불명확하여 활성화되지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 국토교통부는 2017년 2월 15일 '도로공간의 입체적 활용을 통한 미래형 도시건설 활성화'를 발표하였으며, 최근 도로 공간의 입체적 활용에 관한 법률(안)이 국회 발의되었다. 이전까지의 도로 공간은 사실상 공공에만 개발이 허용되고 민간의 개발은 제한되어 왔다. 하지만 앞으로 도로 상공과 하부 공간에 민간이 문화, 상업시설 등 다양한 개발이 가능하도록 도로에 관한 규제가 일괄적으로 개선할 수 있는 상황을 만들자는 것이다. 이와 관련하여 일본에서는 도시기반시설의 입체복합개발을 위한 일환으

로 ‘입체도로제도’를 일찍이 창설하여 도심 내의 입체도로를 활용하여 시가지 정비를 시행하고 있다. 이는 도로 공간의 입체적 활용을 통해 미래형 도시 건설 활성화를 추진하고자 하는 국내 상황에 비추어 보면 상당한 시사점을 주고 있다.

2. 국내 입체도시계획제도

국내 입체도시계획 관련제도는 1999년 도로법 개정을 통해 입체적 도로 구역 제도를 제정하면서부터 시작되었으며, 1999년 건축법, 2002년 도시계획법(현행 국토의 계획 및 이용에 관한 법률), 도시 계획시설의 결정·구조 및 설치에 관한 규칙 등의 개정으로 본격적인 입체도시계획이 가능하게 되었다. 즉, 토지를 합리적으로 이용하기 위하여 필요한 경우에는 둘 이상의 도시계획시설을 토지의 지하·지상·수상·수중 및 공중에 함께 결정할 수 있는 법적 가능성이 확보된 것이었다. 입체도시계획의 내용을 다루고 있는 대표적인 법률은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙, 도로법 등이 있다. 국토의 계

획 및 이용에 관한 법률에서는 제64조(도시계획시설에서의 개발행위)에서 기본적으로 도시계획 시설 부지에 도시계획시설이 아닌 건축물의 건축을 불허하고 있으나 단서조항에서 대통령령으로 정한 시설물의 경우 건축이 가능한 것으로 하고 있다. 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제61조 제1항에서는 지상·수상·공중·수중 또는 지하에 일정한 공간적 범위를 정하여 도시계획시설이 결정되어 있고, 그 도시계획시설의 설치·이용 및 장래의 확장 가능성에 지장이 없는 범위에서 도시계획시설이 아닌 건축물 또는 공작물을 해당 부지에 설치가 가능하도록 규정하고 있다. 이 밖에 도시계획시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙 및 도로법에서도 기존 도시계획시설 부지에 도시계획시설의 중복 또는 비도시계획시설 설치 가능하도록 규정하고 있다.

3. 일본 입체도로제도

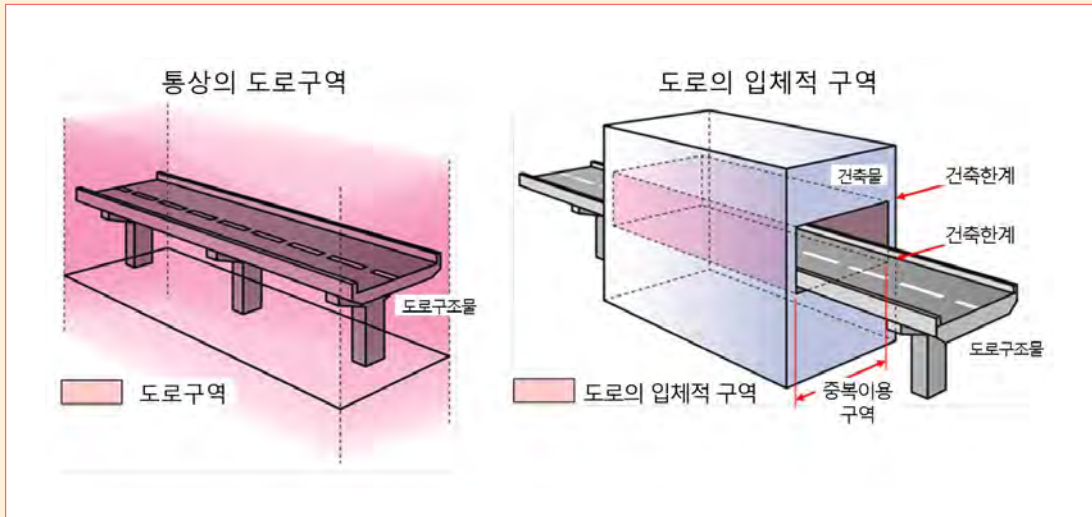
일본의 입체도로제도는 토지이용의 합리화를 도모하기 위한 제도이다. 도로의 구역을 입체적으로 정하여 도로시설로서의 필요한 공간 이외의 공간 활용

〈그림 1〉 입체도로제도를 적용한 사례



출처: 일본재단법인 일본미치연구소

〈그림 2〉 도로의 입체적 구역



출처: 일본 국토교통성

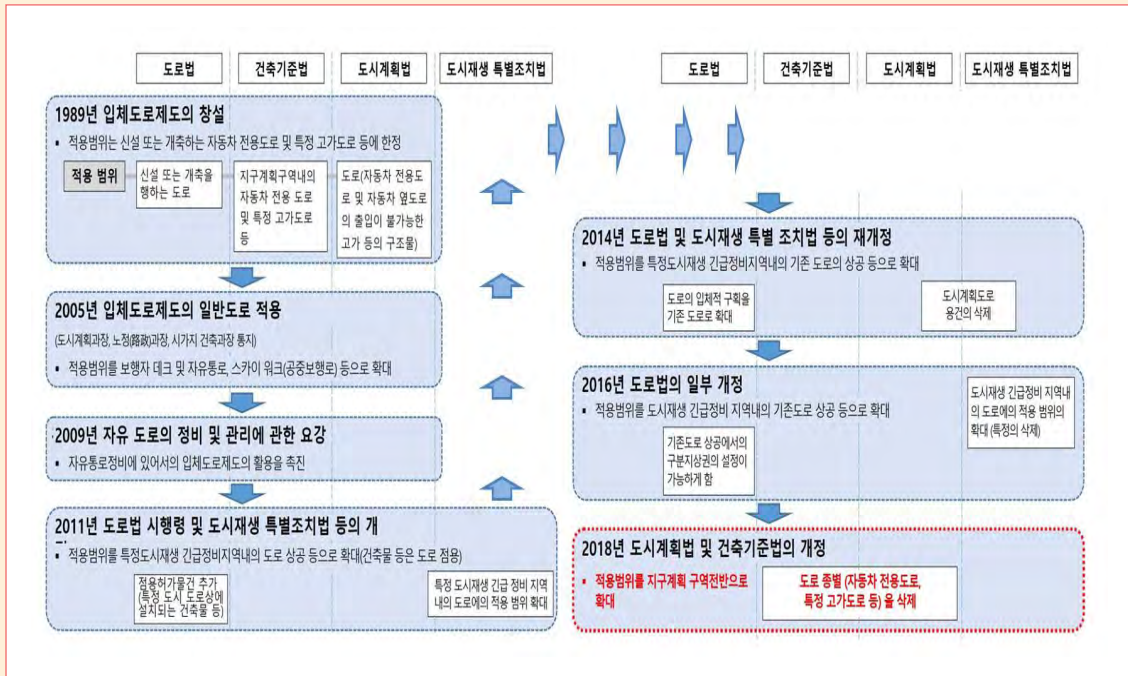
을 자유롭게 함으로써 도로 상하에 건축물의 건설을 가능하도록 한 제도이다. 특히, 간선도로 등의 정비 촉진과 토지의 고도 이용에 관한 대책의 하나로 도로의 구역을 입체적으로 정하여 공간 이용을 자유롭게 하여 도로의 상하 공간에서의 건물의 건축을 가능하게 하고 도로와 건축물과 일체적 정비를 가능하게 하는 제도이다.

구체적으로는 도로법, 도시계획법, 건축기준법의 3개의 법률을 일체적으로 운용하는 제도로써 도로의 구역을 도로법에 근거하여 도로의 구역을 상하 방향에 한정하여 입체적으로 정하고(도로의 입체적 구역), 도시계획법의 지구계획에 건물의 부지로서 이용해야 하는 구역(중복이용구역)과 건물의 건축이 가능한 상하의 범위(건축 한계)를 정하며, 건축기준법에 의한 도로내의 건축 제한을 완화하는 것이다.

4. 일본 입체도로제도 적용 범위

일본의 입체도로제도의 적용 범위는 창설 당초에 신설 또는 개축하는 자동차 전용도로 및 특정 고가도로에 한정되어 있었지만 그 후 사회 정세의 변화와 다양화하는 국민의 요구에 대응하기 위해 탄력적으로 운용되고 있다. 구체적으로는 국토교통성의 통지에 의해 2005년에 보행자 전용도로에 제도 적용이 가능해져 2009년에는 역사 등의 자유 통로에도 제도가 적용되었다. 그리고 2014년에는 고속도로 및 간선도로의 노후화에 대응하고 신속하고 계획적인 갱신 사업을 추진하기 위해 도로법을 개정하여 기존 도로에 대해서도 적용 범위에 포함되었다. 또한 도시의 국제 경쟁력을 강화하기 위해 특정 지역의 일반 도로에서도 도로 공간을 활용한 도시 재생의 추진이 가능하도록 2011년과 2014년에 도시재생특별조치법이 개정되어 도로와

〈그림 3〉 일본 입체도로제도의 개정 현황



출처: 일본 국토교통성, 일본미치연구소/필자 편집

건물의 중복 이용 구역을 정하여 도로 내의 건축 제한이 완화되었다.

이후 2016년에는 도로법 개정에 의해 도로의 입체적 구역을 결정하는 경우에 국유재산법, 지방자치법의 행정재산 처분에 관한 규정을 완화하였다. 또한 도시재생특별조치법의 개정으로 인해 건축물의 도로 상공 이용이 가능한 지역이 특정 도시재생 긴급 정비 지역에서 도시재생 긴급정비지역 전역까지 확대되었다. 아울러 2018년 7월 15일 이후에는 도시계획법과 건축기준법이 개정되어 지구정비계획으로 중복 이용구역이 설정된 모든 도로에서 입체도로제도의 적용이 가능해졌다. 현재 민간 도시개발 사업은 도로 공간의 입체적 활용을 통해 다양한 개발이 추진되고 있다.

5. 일본 입체도로제도를 활용한 개발사례

일본의 입체도로제도가 적용 가능한 대상 도로는 고속도로나 자동차 전용도로를 비롯하여 보행자 전용도로, 자전거 전용도로, 자유통로, 고가도로, 도시모노레일이 해당되며, 도로법상의 도로일지라도 노상 주차장처럼 일반적인 길의 기능을 가지지 않는 도로도 이에 해당된다. 또한, 2011년과 2014년의 도시재생특별조치법 개정과 더불어 2014년의 도로법 개정에 의해 특정 도시재생 긴급정비지역에서의 도시재생 특별지구 내에서 기존의 일반 도로의 상부 공간에도 입체도로제도를 활용한 건축물의 개발이 가능해졌다. 이와 관련한 일본 입체도로제도를 활용한 대표적 개발사례는 〈표 1〉과 같다.

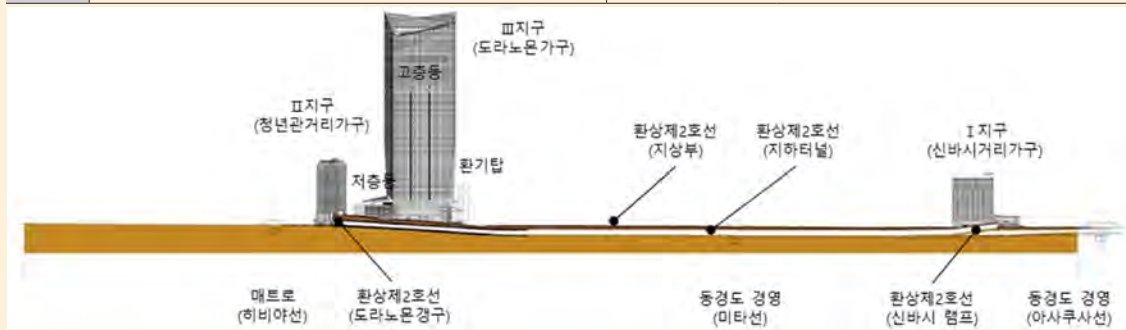
〈표 1〉 일본 입체도로제도를 활용한 개발사례

구분	듀푸레 니시아마토(1994) / 사이타마현 와코시	린쿠 타운(1994) / 오사카부 이즈미시노시	환상 2호선(2014) / 도쿄도 미나토쿠	OCAT(2014) / 오사카시 나니와구
사진				
유형	고속도로 · 자동차전용도로	고속도로 · 자동차전용도로	고속도로 · 자동차전용도로	고속도로 · 자동차전용도로
정비 개요	구주택 · 도시정비공단의 니시아마토단지 내를 통과하는 도로 외한 자동차도의 건설에 맞추어 그 도로 위에 임대주택을 건축	입체도로제도를 적용한 도로 일체형 건물로서 건축물의 기둥이 도로를 직접 지지하는 구조로 되어있음	도로와 건축물이 일체적으로 정비된 사례로 지구계획에서 중복 이용 구역 및 건축물 등의 한계가 정해져 있음	JR 미나토마치역의 상부 공간을 한신고속도로와 연결하여 버스터미널 등의 복합교통센터빌딩을 도로 일체형 건물로서 정비
구분	오다큐 사가미하역(2008) / 카나가와현 사가미하라시	삿포르역 지하보행공간(2011) / 삿포르 쥬오쿠	니시카나자와역 자유통로(2015) / 이시카와현 카나자와시	하치오지역 북출구 지하주차장(1999) / 도쿄도 하치오지시
사진				
유형	보행자전용도로 · 자유통로	보행자전용도로 · 자유통로	보행자전용도로 · 자유통로	주차장
정비 개요	교통 결절점 기능을 강화하기 위해 입체도로제도를 적용하여 도로 상공에 보행자 도로를 정비	도로공간의 확보와 양호한 경관형성을 위해 입체도로제도를 활용하여 지하보행공간을 설치	역의 보행자 접근성 향상을 위해 입체도로제도를 활용하여 보행자 전용도로를 설치	노상주차로 인해 도로교통의 장애가 발생, 이를 위해 도로 지하공간을 활용한 대규모 공공주차장을 설치
구분	나가타 기타마치 주차장(1993) / 고베시 나가타쿠	쿠로가와 램프(1997) / 나고야시 기타쿠	코쿠라 정류소(1998) / 키타큐슈시 코쿠라 키타쿠	이즈미모츠 PA(1996) / 오사카부 이즈미모츠시
사진				
유형	주차장	고가도로 하부점용	모노레일	SA · PA
정비 개요	주차장 부족을 해결하기 위해 입체도로제도를 활용하여 시종합청사와 자동차주차장을 일체적으로 정비	주변시설의 일체적 조화와 새로운 도시공간의 창출을 위해 램프공간을 활용하여 관리, 공공, 지하주차장 등이 설치됨	입체도로제도를 활용하여 모노레일 정류장과 JR역 빌딩과의 일체적 정비를 진행함	입체도로제도를 활용하여 바다측의 오피스동과 육지측의 호텔동을 일체적으로 정비

출처: 일본 국토교통성 입체도로제도 활용 개발사례/필자 편집

〈표 2〉 입체도로제도를 활용한 토라노몬 환상 2호선 재개발 사업 개요

구분	내용	구분	내용
조감도 및 완성도		단면 계획	
시행 면적	약 8.0ha	시행 기간	2002 - 2014
주택 건설 호수	381	용지 취득	About 5.0ha
시행자	【동경도도시정비국】 - 건축 및 주변 구획 가로등 정비 - 환상 제2호선 지상부 정비	【동경도 건설국】 - 환상 제2호선 지하 터널부 정비	



출처: 참고문헌 4./필자 편집

6. 입체도로제도를 활용한 토라노몬 재개발 사업의 정비방안 분석

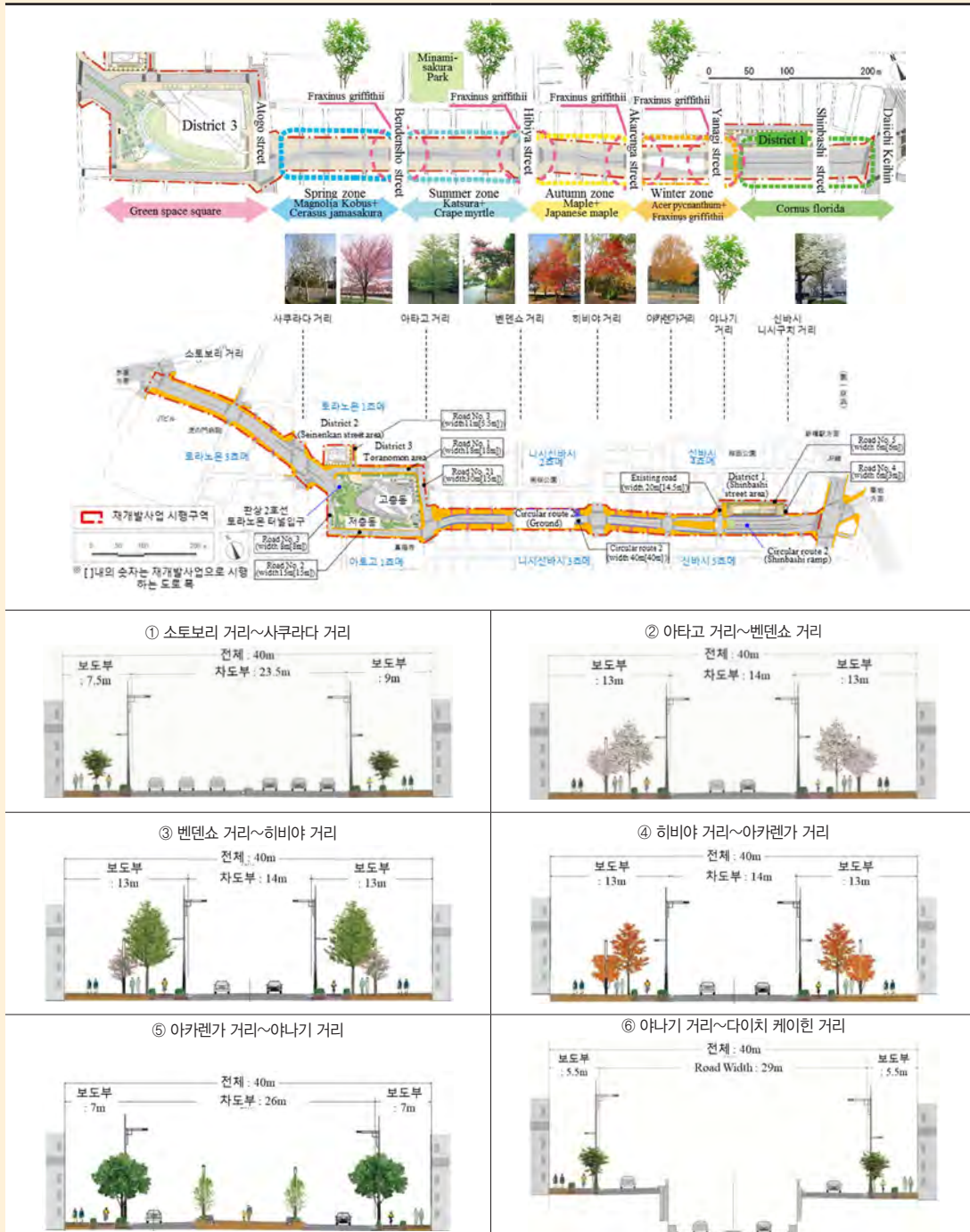
6.1 일본 토라노몬 환상 2호선 재개발 사업

토라노몬 환상 2호선 재개발 사업은 재개발 사업과 도로 사업으로 구분할 수 있으며, 관련 내용은 〈표 2〉와 같다.

6.2 환상 제2호선 상부도로의 정비

지상부 도로 계획은 지역주민의 다양한 의견교환 및 도교를 대표하는 도로경관의 창출을 목표로 검토위원회를 설치·운영하고 있다. 이는 상부도로 정비의 질을 향상시키는데 있어서 기반이 되었던 것으로 나타나고 있다. 나아가 이러한 조직을 토대로 한 환상 제2호선 상부도로의 정비방안은 ① 선진성과 접근성을 겸비한 길, 녹지가 충분히 확보된 가로수, ② 도시적이고 세련된 디자인을 통해 편안함과 따뜻한

〈표 3〉 환상 2호선 상부도로 정비 구간 및 단면 이미지



출처: 참고문헌 4/필자 편집

을 느낄 수 있는 부속물, ③ 역사적 건축물의 활용, ④ 지역이 주체가 되며 도로 공간을 활용한 활동의 전개 등 다양한 도로경관 컨셉을 가지고 있다. 이밖에 지역 관리 추진에 있어서 신토라 도오리를 매력적인 거리로 만들기 위한 대응으로써 2013년 7월부터 ‘신토라 도오리 지역 관리 준비회’를 5회 개최하였으며, 2014년 3월부터는 “신토라 도오리 지역 관리 협의회”를 2015년 3월까지 총 5회 개최한 것으로 나타났다. 협의회는 토지 건물 소유자가 주체가 되어 신토라 도오리 및 그 주변을 매력적이고 지속 가능한 거리로 만들어 거리 전체의 가치 향상을 가져올 수 있도록 도로 공간의 활용 및 유지관리 방안에 대해 검토하고 활동한 것으로 나타났다. 특히 가로수 디자인의 있어서는 <표 3>에서처럼 일본의 사계절을 느낄 수 있도록 하는 수종으로 구성되었으며 교차부에는 특색 있는 ‘사계절 광장 거리’를 창출할 수 있도록 존을 잇는 수목으로 배치되었다.

6.3 환상 제2호선 상부도로의 공사

2012년부터 착공을 시작한 상부도로 공사는 표4와 같이 ① 가스관·수도관부설공사(도로공사에 앞서 가스관 및 수도관 부설공사 수행), ② 하수도관부설공사(도로 빗물이나 주택지로부터의 오수 등을 배수하기 위해 하수도관의 부설 및 배수 설비 등의 설치수행), ③ 전선공동구 설치공사(지상의 전주를 지하에 매설하기 위해 도로시설 일부에 보도 내 전선공동구를 마련하고 배선 공사 수행), ④ 도로 블록공사(보도와 차도를 분리하는 블록과 도로와 사유지와의 경계를 나타내는 블록공사 수행), ⑤ 포장공사(노상정돈 후 아스팔트 포장 및 다지는 공사 수행), ⑥ 가로등·식재·보도 등의 정비(배선공사 종료 후 가로등 및 식재, 보도 등의 정비 수행)로 진행되었다. 특히 상부도로 공사의 가스관, 수도관, 배수관, 전선 등의 공사는 해당 설비업체가 시행을 하였으며, 전선 공사의 경우 전주를 지하화하기 위해 도로의 전

<표 4> 환상 2호선 상부도로 공사 프로세스



출처: 참고문헌 4./필자 편집

선공동도랑 방식을 채택하여 시행하였던 점이 특징으로 나타났다.

7. 맺음말

국내 현행 도로법은 도로에 공작물·물건, 그 밖의 시설을 신설·개축하는 등 도로의 점용허가를 받으면 사적 이용이 일부 가능하다. 하지만 점용물 및 허가 기간이 매우 제한적일 뿐만 아니라 소유권 취득 및 제3자에게 임대도 어려워 도로의 입체적 이용 활성화를 위해 점용제도를 활용하는 것은 한계가 있다. 이를 개선하기 위해 현행 도로 점용체계를 전면 개편하여 도로 점용 및 활용범위를 확대하는 방안을 고려해 볼 수 있으나, 오랜 기간 형성되어온 점용체계의 혼란을 야기할 우려가 있어 다른 입법적 장치 마련이 필요할 것으로 판단된다.

또한 현행의 입체적 도로구역 제도는 기존 토지소유자와 협의하여 구분지상권을 설정하고 도로로 활용하는 제도인데, 기존 도로구역(국유재산)은 이를 민간이 개발하고 이용할 수 없어 제도 활용에 한계가 있다. 하지만 일본 도로법은 민간이 도로상에 건물을 지을 수 있도록 상호간에 협의할 수 있는 제도를 두어 도로를 입체적으로 활용할 수 있는 유기적인 장치가 마련되어 있다.

앞서 말했지만 일본의 입체도로제도에 있어서 도로법, 도시계획법, 건축기준법의 3개의 법률이 입체적으로 운용되고 있다. 이에 반해 우리나라는 입체도로제도를 일괄적으로 규제 및 관리하는 제도가 법이 아직 마련되어 있지 않다. 또한 비도시계획시설의 공간적인 혼합양상인 복합용도 계획뿐만 아니라 다양한 도시계획시설과 용도가 혼합

되기 때문에 각각의 관련법들과 연관되어 관리 및 규제하고 있다.

한편, 입체도로제도를 활용한 토라노몬 재개발 사업은 지역주민이 참여하는 위원회를 두어 녹지확보, 디자인, 접근성 등 다양한 의견을 수렴하고 사업계획에 반영하고 있다. 특히 도로 상하부 공사는 건축제한을 완화하고 보차분리 및 전주의 지하화 등을 통해 지역주민의 편의성을 증진하였으며 쾌적한 도로경관을 형성하고 있다.

이처럼 일본의 주민의 참여를 바탕으로 한 입체도로제도의 적용 및 정비방안은 국내 입체도로 및 지하공간 개발을 추진하는데 있어 좋은 벤치마킹 사례가 될 것이다. 나아가 입체도로를 통해 도시공간을 효율적으로 활용할 수 있다면 도시의 부가가치가 창출될 수 있는 교두보가 될 것이다. 🇯🇵

참고자료

1. 일본 국토교통성, 입체도로제도, 2017
2. 일본 국토교통성, 도시재생특별조치법 등의 일부를 개정하는 법률안, 2018
3. 일본재단법인 일본미치연구소, 도로공간의 고도이용을 추진하기 위한 조사 연구, 2018
4. 일본 환상 2호선 신바시·토라노몬지구, 동경도 제일건설사무소, 2014
5. 도로 공간의 입체적 활용을 위한 관련 법제 분석-일본 입체도로제도 분석을 중심으로, 2018 대한건축학회 추계학술발표대회논문집
6. 입체도로제도를 활용한 도심 정비방안에 관한 연구-일본 신바시·토라노몬 재개발사업을 중심으로, 한국산학기술학회논문집, Vol. 19, No. 11, 2018
7. 이정형 외2인, 민간주도형 도시재생수법으로서 입체도시계획제도 개선방안 연구, 한국도시계획학회지 18(1), 2017

특집

03

도심 주거지역 도로교통소음 해결형 기술 고도화 및 가이드라인 개발

유지수 | 서울시립대학교 환경공학과 박사과정

장서일 | 서울시립대학교 환경공학부 교수

노명현 | ㈜포스코 책임연구원

이수형 | 한국건설기술연구원 수석연구원

양홍석 | 한국주택토지공사 토지주택연구원 책임연구원

도로는 인류문명의 시작과 함께 필연적으로 생겨난 가장 기본적인 사회기반시설이다. 특히 도심에서는 다양한 형태의 도로 네트워크를 형성하며 발전해왔다. 그러나 현대의 대도시는 이러한 도로네트워크가 고밀도화 되면서 각종 사회적, 문화적, 환경적 문제를 야기하고 있으며, 그 중 도로교통으로부터 발생하는 대기오염, 소음 등의 생활환경 문제는 도시민의 건강을 직접적으로 위협하는 수준으로까지 악화되었다. 특히 미세먼지를 포함한 대기오염 문제는 광범위한 노출을 초래하고 건강에 대한 심각성을 인정받아 전 국민의 지대한 관심 하에 해결하고자하는 다각도의 노력이 전개되고 있어 다행스러운 일다. 하지만 도로교통소음은 건강영향에 대한 심각성을 상대적으로 낮게 인정받고 있고 저감대책에 대한 효율

성을 역시 제대로 인정받고 있지 못하는 안타까운 상황이다.

우리나라의 도심지역은 고층의 주거건물들이 도로와 매우 인접해 있으므로 가장 일반적인 저감대책인 방음벽의 효과가 지극히 제한적이고 비교적 새로운 저감대책인 방음터널, 저소음포장 등은 음향학적인 측면에서는 우수하나 경제적인 효율성을 인정받고 있지 못해서 그 전파가 매우 느리다.

이 글에서는 위에서 언급한 방음터널, 저소음포장과 국내에서는 생소한 건축물 부착형 소음저감시설, 그리고 이러한 다양한 소음저감 대책들을 적용하는데 참고할 수 있는 가이드라인 개발내용 등에 대해 간략히 설명하기로 한다. 참고로 이 연구사업은 서울시 산하기관인 서울산업진흥원의 지원을 받아 수행

중임을 밝혀둔다.

① 도로교통소음 저감 대책 수립에 관한 가이드라인

인 개발 : 서울시립대학교

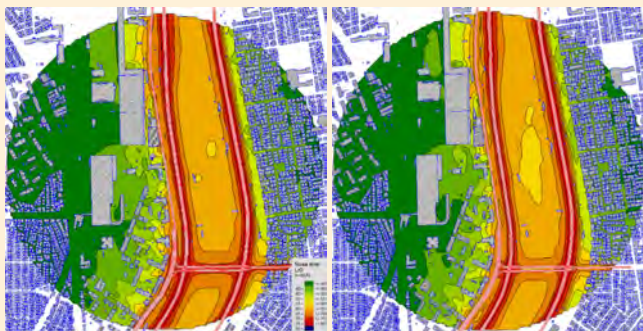
환경정책기본법 상 국내 도심 도로변 지역의 환경소음 기준은 주간 65dB(A), 야간 55dB(A)로 규정되어 있다. 하지만 국내 주요도시 주거 지역의 도로교통소음 자동측정망의 측정 결과를 살펴보면 대부분이 소음기준치를 초과하는 것으로 나타난다. 특히 서울시 도로변 주거지역의 주·야간 도로교통소음은 2015년 기준 주간 69dB(A), 야간 66dB(A)로써 환경기준인 주간 65dB(A), 야간 55dB(A)을 초과하여 서울의 심각한 환경문제로 인식되고 있다. 이에 따라 서울시의 종합적인 대책의 일환으로 세 종류의 소음 저감 대책(소음원, 전파경로, 수음자)의 기술 고도화를 통해 거주민의 생활환경을 향상시키고 나아가 다양한 소음 저감 대책 중 가장 합리적이고 적합한 대책을 선정하기 위한 가이드라인의 개발 연구가 수행되고 있다. 본 세부 연구 과제는 서울시립대학교에서 수행하고 있으며 연구의 성과물인 가이드라인은 서울시 도로교통소음을 관리하는 실무자와 소음저감 대

책을 설계 및 시공하는 기업의 관계자 등이 참고할 수 있는 수준을 목표로 하고 있다.

도로교통소음으로 인한 피해를 최소화하기 위한 소음저감 대책으로는 기존의 도로와 교량에도 설치 가능한 경량방음터널, 소음원 자체를 줄일 수 있는 저소음 도로포장, 수음자에서 관리하며 피해세대의 창문에 설치가 가능하고 대기 순환이 원활한 건축물 부착형 자연환기형 소음저감 시설이 있다. 지금부터는 위에서 설명한대로 세 종류의 소음저감 대책 관련 세부 연구 과제와 가이드라인 개발 연구에 관한 내용을 간략히 소개하고자 한다.

일반적으로 국내·외의 소음저감 대책은 소음원, 전파경로, 수음자로 구분하여 적용한다. 도로교통소음에 대한 일반적인 저감 대책으로는 대부분 도로변에 방음벽을 설치하여 방음벽 상단과 측면을 통한 회절감쇠, 방음벽 자체 재질을 통한 투과 감쇠, 지표면의 영향에 의한 흡음 감쇠 등 소음저감 효과를 기대할 수 있다. 그러나 고층빌딩이나 공동주택이 밀집되어 있는 서울시에서는 다소 효율성이 떨어지는데 이는 서울시 내 많은 구간의 도

〈그림 1〉 A공동주택 평면 소음지도 (2D)



주간 (06:00 ~ 22:00)

야간 (22:00 ~ 06:00)

〈그림 2〉 B공동주택 3차원 소음 예측 모델



로들이 교량으로 구성되어 있기 때문에 인근 지역에 수음자가 소음원보다 높이 위치하고 있는 주거지역이 다수 존재하기 때문이다. 따라서 기존의 소음저감 대책인 방음벽으로는 주거 생활환경의 관리가 제대로 이루어지지 못하기 때문에 본 연구를 통해 서울시 내의 고소음 도로변 주택 밀집지역의 소음 수준에 따른 최적의 소음저감 대책을 선정하고 적용하였다. 실제 서울시의 시나리오를 기반으로 3차원 소음 예측 모델을 작성하여 방음벽과 다른 세부 과제에서 개발한 소음저감 대책들의 소음 저감량을 3차원 모델을 이용하여 검증함으로써 소음 저감 대책 별 소음 저감량, 주변 주거 지역의 건물 높이, 각 세대별 초과소음도 등에 따른 소음저감 대책 선정 방안을 제안한다. 소음저감 대책으로 방음벽과 저소음포장을 3차원 모델에 적용하였을 때 서울시의 A 공동주택의 소음지도 결과를 <그림1>에 나타내었고 B공동주택의 3차원 소음 예측 모델을 <그림2>에 나타내었다. 최종적으로 이러한 연구 결과들을 종합하여 서울시에 적용할 수 있는 도로교통 소음저감 대책 선정에 관한 가이드라인을 제안한다. 작성된 가이드라인은 실제 현장에서 도로교통 소음저감 대책을 수립하는 의사결정과정에 큰 도움이 될 것으로 기대한다.

② 경량 방음터널 기술 고도화 : (주)포스코

본 세부 연구 과제는 (주)포스코에서 수행하고 있으며, 기존 방음터널 대비 15% 이상 경량화가 가능한 기술을 개발하여 서울시 내 교량 등에 적용할 수 있는 경량 방음터널을 개발하는 것이 목표이다. 방음터널은 기존의 방음벽에 비해 회절음을 최소화하고 소음원으로부터 가시선을 직접 차단하여 도심 주거지역의 도로교통소음 저감 효과를 극대화 할 수

있는 대표적인 기술로 주목받고 있다. 또한 최근에는 서울시 내 도시고속화도로 주변에 초고층 공동주택 단지가 지속적으로 건설되고 있기 때문에 소음저감 대책으로 방음터널이 널리 활용되고 있다. 하지만 현재 설치된 대부분의 방음터널은 구조 성능, 공사비, 안정성, 미관 등 다양한 측면에서 충분한 검토가 이루어지지 못해 경제적·기능적·환경적 측면에서 많은 개선 방안이 필요하다. 특히 서울시와 같은 복잡한 도심지에서는 교량, 고가도로 등 기존 구조물에 방음터널을 추가로 설치해야 하는 경우가 대부분인데, 추가로 설치될 방음터널은 기존 구조물의 구조적 안정성에 영향을 미친다.

따라서 (주)포스코에서는 방음터널 공사비를 절감하고 방음터널 프레임 구조형식을 개선하기 위해 고성능 강재를 이용하여 구조단면을 최적화하였으며, 중량 감소, 도심지 교량 형식을 고려하여 기존 교량 구조물의 안정성을 확보하고자 한다. 참고로 <그림3>은 본 연구를 통해 설계된 실물스케일 방음터널 시험체이다.

<그림 3> 차선폭 12M 실물스케일 방음터널 시험체



〈표 1〉 일반포장 대비 5dB(A)이상 소음저감효과가 기대되는 저소음포장 설계(안)

재료	구분	형식	효과	표면층 골재 최대입경	공극률	포장층 두께
아스팔트	대안1	복층	최상	상부 8mm, 하부 13mm	최소 20%이상	상부 2cm, 하부 3cm
	대안2	단층	상	10mm	최소 20%이상	7cm
	대안3	단층	중	10mm 또는 13mm	최소 22%이상	5cm 이상

③ 저소음포장 도입 및 운영관리 통합솔루션 개발 : 한국건설기술연구원

본 세부 연구 과제는 한국건설기술연구원에서 수행하고 있으며, 서울시 내 주요도로의 저소음포장 도입 및 중장기 운영관리 통합솔루션을 개발하는 것이 목표이다. 도로교통소음은 교통량, 차량속도, 차량종류, 도로표면 상태 및 타이어 종류 등 다양한 요소에 의해 그 수준이 결정되며 방음벽, 온도·습도 등의 기후조건, 주·야간 시간 구분 등 도로나 차량 이외의 간접적 요인에 의한 영향도 무시할 수 없다. 이러한 다양한 도로교통소음의 영향인자 중 타이어·노면에 의한 마찰소음은 교통량이 감소하여 주행속도가 증가하는 야간에 심해지는 특성이 있으며 이로 인한 도로교통소음의 민원은 심각하다. 기존의 도로교통소음 민원의 해결 방안으로는 방음벽 또는 방음터널을 통한 전 파경로상의 소음저감이 유일한 수단이었으나 서울시와 같은 도심부에서 경관·일조량, 유지관리 문제 등으로 인해 새로운 대안으로 제시되었던 연구가 저소음 포장이다. 저소음포장은 기존의 배수성포장인 단층형 저소음 포장의 개발 이후에 소음저감 효과가 우수한 복층형 저소음포장이 개발되어 최근 유럽, 일본 등 환경 선진국에서 적용하는 사례가 증가하였다. 저소음포장의 도입은 도로교통소음 민원에 신속하고 선제적인 대응을 가져올 뿐

만 아니라 방음벽 등의 기존 소음저감 대책에 비하여 경관·일조량 등에 영향을 미치지 않기 때문에 추가적인 민원이나 소송 등도 예방할 수 있다. 기존 소음저감 대책인 방음벽의 경우 설치 이후에도 중장기 유지·보수 과정에서 많은 비용이 발생하고 있으며, 오히려 저소음 포장의 설치·유지·보수가 경제적이라는 연구결과도 있다. 따라서 본 연구에서는 저소음포장의 도입 및 운영관리 통합솔루션을 개발하면 경제적인 측면의 예산 절감 효과와 함께 교통측면의 우천 시 시야확보, 미끄럼 저항 개선 등 효과를 통해 사고 감소 효과도 가져올 뿐만 아니라 전체적으로 사회적 비용이 절감될 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 제안된 일반 포장 대비 5dB(A) 이상 소음저감 효과가 기대되는 저소음포장 설계안 결과를 다음 <표1>에 나타내었다..

④ 건축물 부착형 자연환기형 소음 저감 시설 개발 : LH 토지주택연구원

본 세부 연구 과제는 한국토지주택공사에서 수행하고 있으며, 건축물에 부착할 수 있는 자연환기형 소음저감 시설을 개발하는 것이 목표이다. 현재 도로변에 인접한 공동주택은 사업승인을 받기 위해 도로교통소음 환경기준인 주간 65dB(A), 야간 55dB(A)를 충족할 수 있는 소음저감 대책을 수립한 소음예측 보고서를 필수로 제

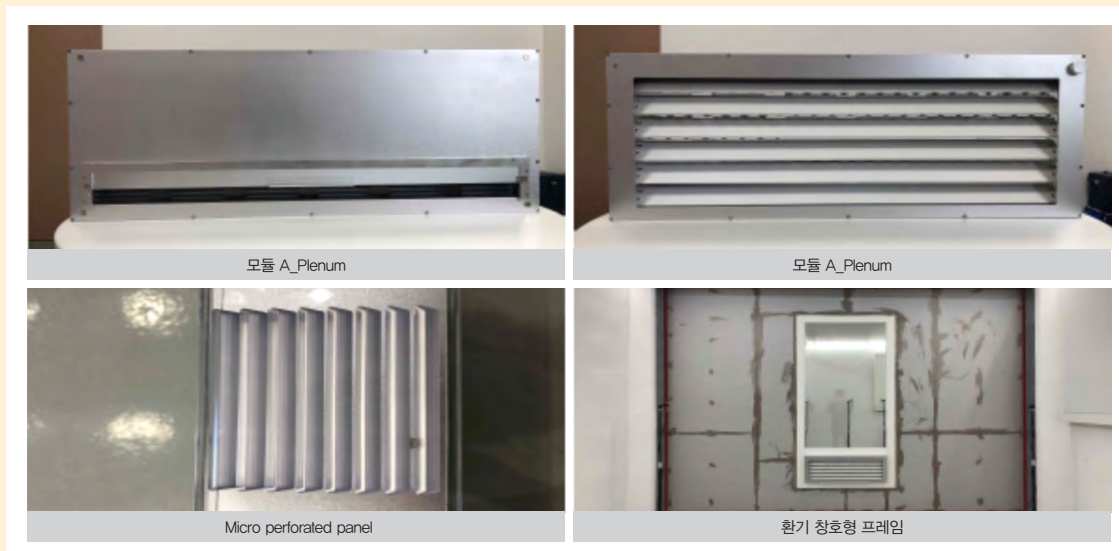
출한다(환경영향평가 실시지구 제외). 택지 지구 등은 지구 전체를 대상으로 하여 소음저감 대책을 수립하고 있지만, 단위 구역의 공동주택단지는 방음벽을 제외한 현실적인 소음저감 대책이 없는 상황이다. 그러나 서울시는 타 도시에 비해 초고층 공동주택이 도로변에 인접하고 있어 기존 소음저감 대책인 방음벽의 설치로 고층부의 소음도를 기준에 충족시키지 못하는 경우도 발생하고 있다. 방음벽, 저소음포장 등의 소음저감 대책을 적용하여 소음환경기준을 충족하여도 자연환기를 위해 창호를 개방하는 경우에는 도로교통소음이 실내로 유입되어 불쾌감을 유발하거나 수면방해 및 학습능력 저해 등의 문제가 발생하기 때문에 추가적인 소음저감 대책의 마련이 필요하다. 따라서 소음원과 전파경로 상에 소음저감 대책을 수립하기 어려운 도심 지역에 적용하기 위해 수음자인 건축물의 외피에 소음저감시설을 설치하고 적용할 수 있는 소음저감 대책은 또 다른 해결방안이 될 것으로 예상

한다. 따라서 본 세부 연구과제에서는 유한요소법(Finite element method, FEM)에 기반한 소음 및 유동해석, 대형 풍동 실험물주택 맞통풍 실험, 차음시험실 및 시범주택 실험을 통하여 기존 공동주택의 창호와 동일한 개구부 면적 조건에서 유사한 환기 성능을 갖추면서 소음저감 효과를 가진 건축물 부착형 자연환기형 소음 저감 시설을 개발하고, 실제 공동주택 적용을 위한 설계 기법을 마련하여 건축 기술의 발전과 함께 주거생활환경 개선을 도모하고자 한다. 본 연구를 통해 제작된 LH 주택성능연구개발센터(세종시) 내 실증주택에 설치 가능한 자연환기형 소음저감장치 시제품 사진은 <그림4>와 <그림5>에 나타내었다.

맺음말

현재 국내에는 환경영향평가에 적용할 수 있는 3차원 소음예측모델 등에 관한 가이드라인은 연구된 바가 있으나 도로교통 소음저감 대책을 수립

<그림 4> 건축물 부착형 자연환기형 소음저감장치 시제품



〈그림 5〉 자연환기장치 시제품 납품 사진



미세먼지 차단 방충망



미세먼지 차단 롤프레임 + 소음차단 난간

하고 의사결정과정에 도움을 줄 수 있는 가이드 라인의 개발에 관한 선행 연구 사례는 매우 부족하다. 따라서 본 연구의 결과물은 기술적·경제적·사회적 측면에서 다음과 같은 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

기술적 측면

- 도로교통소음 기준 초과 수준, 주변 여건을 반영한 종합적 소음저감 대책 수립 가능
- 기존 방음터널 기술 대비 경량화 및 경제성 확보를 통한 고가도로 적용기술 확보
- 저소음포장 공법별 소음저감 및 도로표면 특성 분석을 통한 최적 공법 선정
- 건축물 발코니부에서의 평면유형, 발코니 형태 등을 고려한 소음저감형 부착재 설계 기술 및 제품 개발

경제적 측면

- 방음터널 시공의 경제성 확보를 통한 해당 기

술의 확대 적용

- 저소음포장 도입 및 중장기 운영과 관련된 컨설팅·설계·시공·사후성능관리 등의 새로운 시장 창출
- 여름철 자연환기조건 유지를 통한 냉방부하 저감을 통한 에너지 절약 기능, 자연환기형 소음저감 제품 상용화 기초 기술 마련을 통한 시장 창출

사회적 측면

- 종합적 소음저감 가이드라인 및 대안 기술 마련으로 쾌적한 주거환경 조성에 기여
- 저소음포장의 소음저감효과 외에 도심 투수면적 확보를 통해 도심홍수 및 열섬현상 저감, 우천시 교통안전 개선, 도심 내 경관개선 등의 부수적인 효과 기대
- 소음저감 부착재 도입을 통한 실내소음 저감을 통해 수면장애, 학습능력, 건강개선 등의 사회적 비용 절감 🇰🇷

정책과 기술 01

DMZ 도로는 굽은 흙길로

이양주 | 경기연구원 선임연구위원

들어가며

이 글은 경기연구원의 이슈&진단에 실은 ‘DMZ 도로는 굽은 흙길로’라는 제목으로 실은 것을 인용한 것이다. 사실 글을 내고 난 다음에 비판적인 분들의 조언도 있었고, 또 곰곰이 생각해 보니 ‘이렇게 하면 뭐가 좋지’라는 원초적인 질문도 스스로 하곤 했다. 어떤 교통 전문가는 제대로 길 하나 만들어서 DMZ에 머물지 말고 빨리 지나가게 하면 영향이 적을 것이라는 비판적인 대안도 말해주었다. 사실 더 근본적인 질문은 ‘제안된 사고는 그럴싸한데 실제로 가능이나 하겠나’ 하는 생각도 들었다.

DMZ 도로는 굽은 흙길로 했으면 좋겠다는 발상을 왜 하게 되었나? 필자는 조경을 전공했고 경기연구원에서는 자연환경보전 정책을 연구해오고 있다. 1997년도에 입사를 했으니 벌써 20년이 넘어버렸다. 늘 하는 일은 생태계 축을 그리는 일이다. 연구를 하면서 실제로 그리지 않는다 해도 늘 머리속은 사람과 생물들의 길을 그리고 있다. 그래야 문제점도 분석을 할 수도 있고 대책도 내놓을 수 있기 때문이다.

우리 한반도는 강산(江山)이 멋지게 만들어져 있고 우리 조상들이 기가 막히게 잘 활용해 왔다. 까뒹집는 것이 아니라, 간옹(옹을 보고 즉 산줄기를 살펴서), 장풍(바람을 막아), 득수(물을 얻고), 정혈을 한다(살 자리를 정한다). 이에 모자람이 있으면 비보(보완)를 한다. 이렇게 훌륭한 토지이용 방법들을 왜 이제는 사용 안하는 지 의문이 들 때가 많다.

자연환경을 합리적으로 혹은 효과적으로 보전하려면 산줄기가 물줄기를 살피는 것이 필요해서 늘 그런 행동을 한다. 우리나라 한반도는 백두대간이라는 뿌리 즉, 할아버지 산줄기가 중심 뼈대이다. 북한의 북쪽 끝자락에는 장백정간이 있다. 그리고는 이 뿌리에서 아버지뻘인 13개의 정맥이 대개는 서쪽으로 뻗어 있다. 이 정맥과 정맥 사이가 한강, 금강, 낙동강, 영산강, 임진강 등의 유역이 된다.

남북으로는 산줄기인 백두대간이, 동서로는 한강이나 금강이나 임진강과 같이, 사실은 물줄기가 더 좋은 바탕을 제공한다. 한강유역과 임진강 유역에 걸쳐 있는 DMZ는 자연스럽게 인공적

〈그림 1〉 한반도 생태축

출처 : 환경부&한국환경정책 평가연구원(2019)



인 계기(전쟁과 휴전)로 인해 자연적으로 축이 되었다. 원인으로 보면 자연의 축이 아닌데 현상으로 보면 자연의 축인 셈이다. 우리나라 산맥도가 원인을 보고 산줄기가 현상을 보는 것과 유사하다 할 것이다. 아무튼 남북 방향으로 백두대간이 동서 방향으로 DMZ가 한반도의 생태축을 형성하게 되었다.

복원사업 구상, 20년 전부터..

“환경부는 2010년 11월 9일, 기획재정부, 국방부, 행정안전부, 문화체육관광부, 국토해양부, 문화재청, 산림청 등 관계부처 합동으로 한반도 ‘산~강~바다’를 온전히 잇는 생태네트워크 구축을 위한 「한반도 생태축 구축방안」을 마련하여 국무회의에 보고하였다. 기존 3대 핵심생태축의 자연적 기능복원을 위해 백두대간 및

DMZ 일원에 대한 개발행위 입지제한 및 훼손지역 복원사업 등을 중점 추진하고, 갯벌 및 해안사구 복원 등 도서연안 생태축 관리도 강화해 나갈 계획이다.”(환경부 보도자료, 2010-11-10).

2000년도부터 백두대간을 중심으로 한반도의 생태축을 보전하고 복원하는 사업을 시작했으니 이제 20년의 세월이 접어들었다. 2017년도에는 환경부와 국립생태원은 한반도 생태축 관리강화를 위한 정책포럼을 구성하여 발전시켰다. 한국환경정책평가연구원 이수재, 박창석, 최희선 박사 등도 지속적인 연구를 통해 한반도 생태축을 발전시키고 있다. 백두대간이 남북 방향으로 큰 축을 형성하고 동해안과 서해안이 해변 벨트를 구성하는데 서해안 갯벌축 보전이 더 필요한 강한 축이다. 그리고 그 가운데 동서 방향으로 DMZ가 있다.

문제의 핵심은 남북 방향의 개발이다. 경의축과 경원축 이 두 개가 가장 많이 거론되는 선이다. 문재인정부의 한반도 신경제 구상으로 개발압력이 더욱 박차를 가해오고 있다. 한반도 신경제를 통하여 남북의 경협을 발전시켜 더욱 확장된 경제 벨트를 구축하겠다는 것이다. 그런데 문재인정부의 유엔 연설에서는 DMZ를 세계유산으로 보호하겠다고 하며, 아울러 지뢰제거에 국제사회의 참여가 필요하다고 언급하였다. 서로 방향을 다르게 뛰고 있는 두 마리 토끼를 잡을 수 있을까? 개발은 남북 방향, 자연보호는 동서 방향으로 서로 충돌하고 있는 상황이다. 그리고 우리 정부

가 아주 중요하게 생각하는 선이기도 하다. 여기서 한 가지 집고 넘어가야 하는 것은 ‘가장 대표적인 개발압력이 무엇일까’하는 것이다. 한반도 신경계 구상의 내용을 자세히 들여다보면 중심적인 개념 구도가 보인다. 남북 관계가 호전되면 우선 철도와 도로를 연결하고 그 선상에 산업과 관광을 포인트로 배치하여 확산시키는 구도이다. DMZ에 도시를 개발할 것 같지는 않다. 이미 서울이 대도시권을 이루었고 평양 역시도 잘 발전될 도시이기 때문이다. 결국은 이 둘을 잇는 도로가 관건이 된다.

사람을 위한 길

도로는 사람의 길이다. 하지만 도로는 사람이 아닌 차가 점령한 곳이다. 차에는 사람뿐 아니라 헤아리기 어려울 정도로 다양한 물건들이 이동하는 곳이다. 차와 이러한 물건들은 도로 주변에 직접적으로 영향을 둔다. 차량의 소음과 비점오염원은 직접 그리고 시간이 축적되면서 그 영향의 범위를 넓혀 간다. 구글어스에서 아마존을 찾아가보면 도로가 자연을 어떻게 조각내는지를 한 눈에 볼 수 있다. 과학적인 증거들을 들여다지 않더라도 아주 쉽게 이해할 수 있다. 도로가 생기면 도로와 그 언저리 어느 정도의 선까지만 훼손이 된다면 또 이를 보완하는 것도 어렵지는 않을 것인데 시간이 흐르면서 주변으로 확산되는 것이 더욱 문제이다. 자연생태계를 구성하는 생명들이 서로 독립적으로 움직이는 것이 아니라 연결되어 있기 때문이다.

한반도 DMZ는 38도 선상에 있다. 국립생태원의 최태영 박사는 한반도 DMZ의 가치를 이렇게 정의하고 있다. 첫째는 위치인데 지구의 38도 선에는 많은 인구가 살고 있어 38도 선에 있는 보

도로로 인한 아마존 자연훼손의 확산(출처 : 구글어스)



호지역은 상대적으로 중요하다는 것이다. 둘째는 인간이 없는 세상이라는 것이다. 셋째는 최장 시간의 인간통제지역이라는 것이다. 그리고 인간이 이용했던 곳이 자연으로 회복된 곳, 멸종위기종의 피난처, 평지에 발달한 숲과 습지 등의 이유로 가치가 높다는 주장이다. 이 주장에 필자는 동의한다.

하지만 전 세계의 교통로는 외래종 침입의 주범이기도 하다. 도로는 용도에서 잘 알 수 있듯이 생태계에는 좋지 않은 영향을 끼친다. 이를 테면 DMZ에 남북 관통도로를 꼭 만들어야 한다면 확 뚫린 고속도로 두 개만 놓자는 것이다. 4차로 짜리 네 개를 만들지 말고 8차로 두 개만 만들자는 것이다. 4차로의 고속도로를 4개 만들고, 양쪽에 완충 녹지 띠를 폭 10미터로 조성하면 모두 폭 80미터-4개×10미터×양쪽이므로 -2의 완충녹지를 만들게 되는 것이다. 이 대신에 8차로 고속도로 두 개로 하면 완충 녹지 띠를 80미터까지 하지 않더라도 더한 효과를 볼 수 있다. 같은 비용을 들인다면 이를 아껴서 더 질 좋은 완충녹지를 만들 수 있으니 더욱 좋다. 일종의 규모의 경제가 작용한다고나 할까. 교통량이 늘어나면 생태계 악영향도 증가하지만 증가하는 양(단위증가량)은 줄어든다. 10대일 때 10의 영향을 준다면 20대일 때는 20이 아니라 이를테면 16이나 17 정도의 영향을 준다는 의미이다.

생태계를 위한 도로

도로로 인한 생태계의 악영향을 줄이는 신기술을 개발하는 것도 매우 중요한 모티브가 될 수 있다. 최근 우리는 생태계의 영향을 줄이기 위해서는 많은 터널을 뚫었다. 터널을 하게 되면 수맥을 건드리기 때문에 문제는 분명히 있지만 그래도 생태계 악영향을 줄이려는 시도였다는 것이 중요한 포인트이다. 습지와 같이 중요하고 생태적으로 민감한 곳을 관찰하기 위해 나무 테크를 깔아서 탐방로를 만드는 것도 생태계 피해를 줄이는 방법이다. 교량을 만들어서 도로를 띄우는 것도 좋은 방법이 될 수 있다. 아무튼 지혜를 모으면 좋은 기술들이 개발될 수 있다.

기술개발을 해서 문제점을 잘 해결하면 흙길도 최상의 선택이 될 수도 있다는 것이다.¹⁾ 예산이 빠듯할 때는 좋은 선택이 된다는 것이다. 아스팔트길은 부드럽고 강하고 먼지도 적게 난다. 그런데 미국의 많은 지방의 공동체와 정부는 비용을 줄일 수 있다는 것으로 흙길을 선택하는 사례가 늘어나고 있다고 한다. 2012년 인디애나의 Elkhart 시 얘기가 ABC57 뉴스 전면을 장식했다. 예산 부족으로 도로를 더 이상 할 수 없었고 흙길이 좋은 대안으로 검토되었다는 내용이다.

미시간의 맨체스트 기업은 도로위원회에 도로 유지비로 십만 불을 내서 23년 간 46마일의 도

1) <https://blog.midwestind.com/gravel-roads-might-best-option/>

로를 쇠신하게 했다. 밀턴에서는 흙길이 아스팔트보다 관리하는 비용이 24%가 덜 든다고 보고했다. 교통량이 충분하지 않을 때는 비용을 절약하는 좋은 방법이다. 주민들은 먼지로 인해 건강에 그리고 농사에 영향을 주고 잘 보이지 않아 사고도 일으킬 것이라 걱정한다. 그러나 어떤 기업(Midwest Industrial Supply)이 먼지를 줄이는 기술을 개발했다고 한다. 개발한 제품은 유기 중합체로 PM10 and PM2.5를 잡는다고 한다. Hagerman 국가야생동물보호구역에서 성공적으로 실험되었다. 아래 사진은 보호구역 내 흙길이며, 먼지를 줄이는 실험 비디오 영상을 복사한 것이다. 먼지를 줄이는 기술뿐 아니라 아스팔트와 같은 강도를 높일 수도 있는 제품도 있다고 소개하며 생태적인 기술이라고 설명하고 있다.

그 외의 도로는 전부 흙길로 하고, 중요한 서식지는 피해서 가는 굽은 도로로 하자는 것이다. 흙길로 하면 생태계에 좋은 것인가? 로드킬을 줄이는 데는 분명하게 효과가 있을 것이다. 고속 주행으로 인한 소음 등도 줄어들 것이다. 하천이나 강을 지날 때는 포장된 도로보다는 비점오염원의 정도도 줄어들 것이다.

알래스카의 데날리(Denali)국립공원에 흥미로운 글이 올라와 있다. 15마일에 이르는 길을 왜 흙길로 내버려 두었는지가 궁금하다는 것이다. 생태계를 보호할 것이면 나머지도 다 흙길로 하지 왜 일부만 흙길로 했나는 것이다. 이에 대한 댓글들이 올라와 있다. 이를테면 공원으로 15마일은 포장을 했고 15마일은 포장을 안 해서 논란이 된 것으로 보인다.²⁾

(댓글 1) 전문가들이 동식물을 보호하기 위해 그렇게 한 것으로 보이고 좋다고 생각한다. 아울

Hagerman 국가야생동물보호구역 내 흙길



2) https://www.tripadvisor.com/ShowTopic-g143022-t1271-k12486017-Park_road_curious_why_it_is_not_paved_beyond_mile_15-Denali_National_Park_and_Preserve_Ala.html

러 도로포장 하려면 마일 당 5백만 불이나 돈을 써야 한다. (댓글 2) 공원 내 도로포장을 옹호하지는 않지만 굳이 15마일만 포장하지 않을 이유는 없다고 본다. 아무튼 나의 공원 서비스 만 속도에는 영향이 없다. (댓글 3) 포장되지 않은 길을 운전하는 것도 좋은 경험이다. 다만, 어디까지 포장하고 어디까지 안 해야 하는지가 확실하지 않다. (댓글 4) 포장된 도로를 흙길로 돌리는 것은 더욱 어렵다. 포장재를 재활용하는 것도 비싸다. 포장하면 속도가 빨라지고 그만큼 동물들이 위험해진다. (댓글 5) 공원을 보호하려는 명목으로 포장하지 않은 것을 정당화 하고 있다. (댓글 6) 있는 그대로의 공원을 좋아한다. 여기-알래스카 자연-에 살지 않은 사람들과 이야기 하는 것이 말이 안 된다. (댓글 7) 포장한 도로는 왜 포장을 했는지 모르겠다. (댓글 8) 서틀로 접근성이 보장되면 인간과 동물 간의 충돌이 줄어들 것이다. (댓글 9) 15마일을 포장하면서 원래 이 길의 역사적인 특징을 유지해야 한다는 압박을 받아서 나머지 15마일은 안 하게 된 것으로 알고 있다. (댓글 10) 포장을 하고 유지하려면 돈과 노력이 든다. 자주 이용하지 않아야 할 곳은 포장을 왜 하나? 나는 비포장도로를 즐기는 사람들 중 한 사람이다. (댓글 11) 동물보호구역을 늘려야 할 것이다. (댓글 12) 데날리는 야생동물보호구역이 아니라 국립공원이므로 보전과 인간의 휴양 간의 균형을 이루어야 한다. (댓글 13) 흙길, 자갈길은 나로 하여금 알래스카를 느끼게 한다. (댓글 14) 나는 포장된 곳을 안 보고 싶어 하는 사람 중 하나이다.

생태계를 배려한 도로건설의 원칙

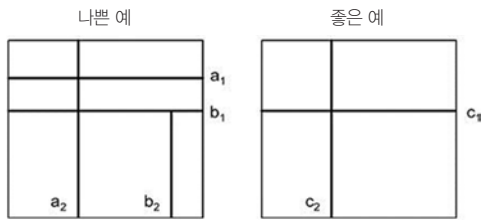
우리 선조들이 말해 온 풍토(風土)는 환경의 기본이다. 바람과 흙이 삶의 조건 즉, 생태계를 결정한다. National Research Council(2005)에 의하면 도로로 인해 토양과 식물 내 중금속에 축적되는데 그 영향범위는 50에서 100m 정도이다. 200m까지는 질소산화로 인해 식물군집이 변화한다(네덜란드 교통부, 1997). 번식 중인 새에게는 1.5키로 미터까지 영향을 줄 수 있고(Reijnen et al., 1996), 250m까지 빛 공해를 유발한다(De Molenaar et al., 2000). 순록에게는 5키로 미터까지, 사슴과 엘크 그리고 곰에게는 1키로 미터까지 영향을 줄 수 있다(Nellemann and Cameron, 1998; Rost and Bailey, 1979; Kasworm and Manley, 1990). 100 미터까지는 영구동토층이 녹을 수도 있다(Walker et al., 1987).

National Research Council이 2005년도에 내놓은 생태계를 배려한 도로건설의 원칙 5개를 정리해 보았다.

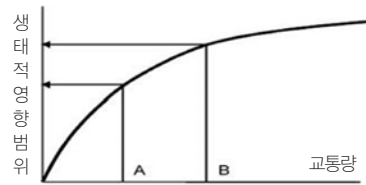
첫째는 도로의 면적보다 도로의 수가 영향을 더 준다. 생태적으로 중요한 지역은 조금 불편하더라도 4차로 고속도 2개 보다 차라리 8차로 고속도로 하나를 건설하자는 의미이다. 둘째는 교통량이 늘면 도로변의 완충구역을 확대해야 한다. 완충구역을 똑 같은 폭으로 하는 것이 아니라 교통량이 많은 곳은 더 넓게 생태적으로 민감한 곳은 더 넓게 하라는 뜻이다. 셋째는 물과

습지는 많은 생물들이 의존한다. 이렇게 생태적으로 민감한 곳은 멀리 피하거나 저속으로 그리고 흙길로 하면 좋다. 농지와 습지 사이 도로보다 농지와 주거지 사이 도로가 더 바람직하다. 도로 접근성만 따지지 말고 생태 조각(patch)의 크기와 모양을 잘 보아야 한다. 노선이 설계되고 나면 이를 보완하는 계획이 중요하다. 우리나라 풍수원리에서 다섯 번째의 비보(裨補)와 같은 원리이다. 간용, 장풍, 득수 그리고 정형 후 문제가 있으면 이를 보완하는 것이 비보이다. 도로를 다 만들어 개통하면 그만인가? 마지막은 도로를 운영할 때 생태계 모니터링도 하고 경관을 복원하여 도로로 인한 영향을 줄여 나가는 것이다. 도로로 인해 침입한 왜래종 관리가 가장 어려운 숙제이다. 토착종의 서식을 도모하기 위해 경관적 연속성을 복원하는 것이 기본일 것이다.

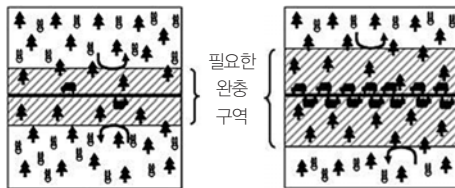
〈 원칙 1 : 같은 면적이라도 수를 줄이기 〉



〈 교통량 증감과 생태계 영향과의 관계 〉

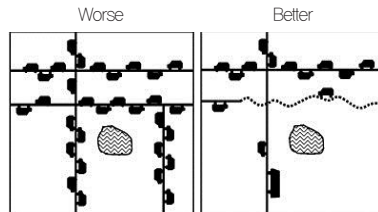


〈 원칙 2 : 교통량이 늘면 완충구역을 확대 〉

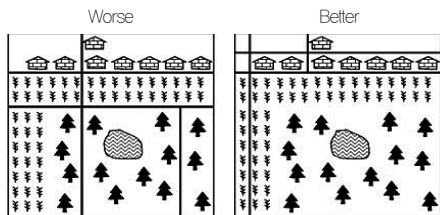


교통량이 늘면 완충구역의 폭을 더 넓게 해야겠지만 현장에서 쉽지 않을 수 있음. 이럴 때는 높이를 고려하는 것도 한 가지 대안이 될 수 있을 것으로 판단(집필자 개인 의견)

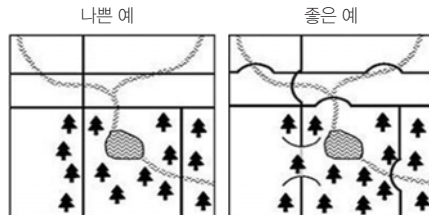
〈 원칙 3-1 : 생태적으로 민감한 지역 고려 〉



〈 원칙 3-2 : 생태계&도로의 조화로운 배치 〉

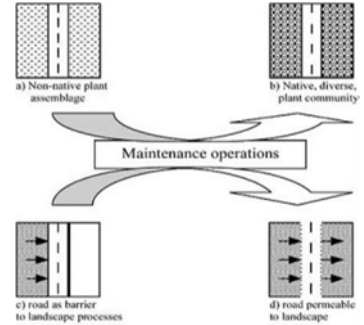


< 원칙 4 : 다양한 생태통로 >



위 그림 출처 : National Research Council(2005)

< 원칙 5 : 도로개설 후 종(위)과 경관(아래) 복원 >



출처 : <https://www.nap.edu/read/11535/chapter/6#101>

맺으며...

부하를 잘 이끄려면 장수의 솔선수범이 중요하고, 아이를 잘 키우려면 부모의 솔선수범이 중요하다. 동호회에서 사무장과 회장은 노력 봉사를 해야 회원들이 잘 따라준다. DMZ는 우리만의 것이 아니다. 지금은 UN에서 관리하고 있지만 우리나라와 북한과의 공유자원이다. DMZ를 관리하는 것은 북한과 같이 잘 해야 할 일이라는 것은 너무나 자명하다. 북한에 생태적인 도로의 개념이 자연스레 존재한다고 하더라도 인식도는 낮을 것이다. 우리가 먼저 만들어놓으면 이해도 쉽고 같이 하기에 쉽다.

북한과 잘 협력하려면 우리나라 DMZ 일원을 잘 관리해야 하는 이유가 여기에 있고, 먼저 이런 사업들을 하는 것이 주효하다. 자기는 하지 않고 상대방에게 이런 것을 같이하자고 하는 것은 쉽지 않은 이야기다. 그래서 우리가 지금이라도 1번 국도나 3번 국도를 예쁘게 잘 가꾸면 도움이 될 것이라고 본다. 경기연구원의 강식 연구원의 소중한 아이디어이다. 아주 예전에는 통일로를 북한 선전용으로 가꾸기도 했는데 지금은 도로변 경관이 엉망이다. 이들을 멋지게 가꾸는 것은 미래 통일 한국의 중요한 자산이라고 생각한다. 🇰🇷

정책과 기술 02

카자흐스탄 맞춤형 도로포장 시공 및 유지관리

김형배 | 한국도로공사 도로교통연구원 연구위원

류성우 | 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원

1. 연구 배경 및 목적

카자흐스탄 공화국은 중앙아시아와 동유럽에 걸쳐 있는 나라로 러시아, 카스피 해, 투르크메니스탄, 우즈베키스탄, 키르기스스탄, 중화인민공화국과 국경을 맞대고 있다. 최근 석유, 가스, 우라늄 등의 천연자원 생산량의 증가를 통해 경제적 성장을 이뤘으나, 2012년 중반 이후 GDP가 급감하고 있어 카자흐스탄 정부는 새로운 경제 규모 확대 방안을 모색하고 있다. 그 중 대표적으로 꼽히는 것이 신 경제 정책 ‘누즐리 졸’으로, 나자르바예프 대통령이 경제 위기 극복 및 지속적 경제 성장 추진을 위해 개발한 것이다. 신 경제 정책의 핵심은 원료 채굴 및 석유 판매 소득을 비축해오던 국부 펀드의 자금을 장기적 경제 발전을 위해 교통, 에너지, 산업, 사회 인프라 시설 등 사회 제반 분야에 투자하는 것이다. 사회 인프라 시설 투자의 경우, 약 4.5억 달러를 투자하여 2015년 내륙항 제 1단지 완공, 호르고스-동부게이트 경제 특구 인프라 건설, 아티라우와 타라즈 내 국립 석유화학 테크노파크 건설 등을 목표로 하고 있다. 또한 카자흐스탄의 운송 시스템 경쟁력 향상과 지역 간 교통 네트워크 구축 및 국내 교통망의 국제화를 위한 ‘2020년 카자흐스탄 교통 인프라 개발 계획’이 추진되고 있다. 약 336억 달러의 이 프로젝트는 교통망 발전을 도모하고 지리적으로 주변 국가들의 가교 역할을 극대화시켜 경제 발전을 이루려는 데에 목적을 두고 있다. 이러한 조건의 카자흐스탄은 국내 건설기업의 좋은 시장이 될 것이다.

하지만 카자흐스탄은 국내와 다른 재료 수급, 시공 기술, 장비 및 인력 등 여건상의 제약과 매우 상이한 기후 환경 등을 고려한 포장기술의 검토 필요하다. 일례로 중앙아시아의 대륙성 기후는 추운 겨울과 무더운 여름을 나타내는데 일부 지역에서는 연간 거의 100℃의 온도차이(Ust-Kamenogorsk지역 여름 54℃, 겨울 -42℃)를 보여 이에 대한 기술적 대응이 필요하다. 또한 현지 상황을 고려하여 아스팔트 또는 시멘트 수급여건, 골재의 종류 및 조달 상황, 장비 및 인력 현황, 교통량 특성, 도로 유지관리 현황 등에 대한 기술적 분석이 반드시 수반되어야 한다.

2. 카자흐스탄 도로 현황

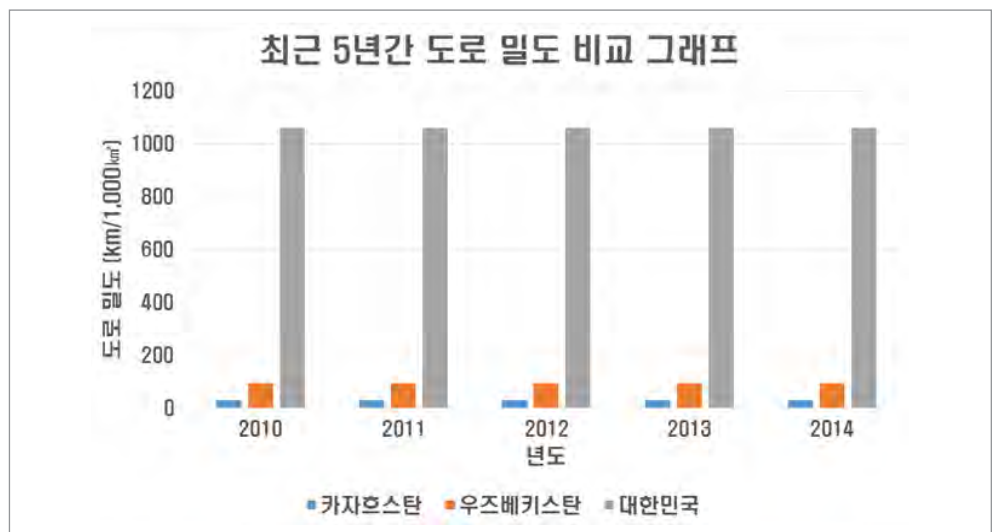
2.1. 카자흐스탄 도로 및 환경

카자흐스탄 도로 연보(2016)에 의하면 카자흐스탄 도로 총연장은 96,353km이다. 이 중 포장도로의 총 연장 87,029km, 도로 포장률 약 90.3%로 중앙아시아 다른 국가들과 비교하였을 때 전반적인 포장 상태는 양호하다. 하지만 <그림 1>과 같이 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 한국의 연도별 도로밀도에서 알 수 있듯이 카자흐스탄의 도로밀도는 2014년 기준 31.7km/1,000km²으로 한국의 도로밀도 106.7km/1000km²에 비해 매우 낮은 수준이며, 우즈베키스탄 도로밀도의 1/3수준 정도에 머문 것으로 조사되었다.

도로 대부분은 AADT 2,000~3,000으로 교통량이 많지 않으며, AADT가 6,000을 초과하는 도로는 흔치 않았다. 교통량이 가장 많은 알마티~캅차가이 고속도로는 약 AADT 23,000대였다. 한국과 유사하게 승용차 이용 비중이 87%로 가장 높았다.

기후를 살펴보면 카자흐스탄은 내륙에 위치하여 대륙성 기후를 띄기 때문에 연교차가 크다. 겨울철의 경우 카자흐스탄 남쪽은(알마티) -10~30℃, 북쪽(아스타나)은 -20~26℃의 평균 기온이 나타나며 남북이 평균 5℃ 정도의 기온 차이를 보인다. 알마티의 경우, 1~5월까지의 기온은 서울과 크게 차이 나지 않으나 6~12월에 큰 온도 차이를 보인다. 아스타나는 카자흐스탄 북쪽에 위치하여 기온이 전반적으로 더 낮은 지리적 특성을 갖고 있다. 또한, 한국은 여름에 집중 호우가 이뤄지는 반면 카자흐스탄 대부분의 강수량은 우기인 3~4월에 집중하고 있다. 이러한 온도환경 및 도로특성 고려한 시공 방법과 재료 선정이 필요할 것으로 보인다.

<그림 1> 도로 밀도 비교 그래프 (카자흐스탄 국가경제부 통계위원회, 우즈베키스탄 통계청, 도로현황조사, 2016)



2.2. 카자흐스탄 도로 및 포장 특성

카자흐스탄의 도로는 설계속도와 기능에 따라서 크게 5등급으로 나뉜다. Class I은 가장 상급의 도로로 주요 간선 혹은 보조간선도로들이 이에 해당하며, 차선은 최소 4개 이상, 도로 폭은 3.75m로 국내 도로에서 설계속도가 80km/h일 때 3.5m인 것에 비해서 폭이 넓은 것이 특징이다. 카자흐스탄은 전반적으로 아스팔트 및 콘크리트 포장이 두께가 얇은 특징이 있다. 일반적으로 콘크리트는 약 20~27cm, 아스팔트는 약 15cm로 시공하고 있으며, 아스팔트의 경우 4~5cm 밀입도층 하부에 10cm 정도의 개립도층을 시공하고 있다.

도로포장 관련된 시방서를 검토한 결과, 카자흐스탄의 시방기준은 국내 혹은 AASHTO 기준과 동일하거나 더 엄격한 것으로 나타났다. 하지만 카자흐스탄 자체 시방서가 있더라도 거의 모든 도로사업 프로젝트들이 시행사의 국가 시방서를 따르기 때문에 큰 의미가 없었다.

아스팔트 바인더의 경우 <표1>과 같이 침입도에 따라 바인더 등급을 두 종류로 구분한다. 하지만, 카자흐스탄은 열악한 기후 조건을 가지고 있기 때문에 두 종류의 아스팔트 침입도 등급으로는 충분하지 않아 PG에 근거한 다양한 바인더 종류를 제시하여 이를 선택적으로 적용할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

<표 1> 카자흐스탄 아스팔트 바인더 등급

아스팔트 등급	바인더 혼합 온도(°C)	골재 혼합 온도(°C)
침입도 91~130	140 ~ 150	140 ~ 160
침입도 60~91	145 ~ 155	150 ~ 170

품질관리 측면에서 보면 골재는 야적장에서 차단막 없이 쌓아놓고 있어 불순물 유입, 함수비 관리 등 골재 품질 관리에 취약하였다. 입상재료에 불순물이 섞여 있음에도 그대로 다짐하거나 겨울철 강설 후에 별도의 제설작업을 실시하지 않고 노상다짐을 하는 경우가 있어 품질 및 시공 관리의 개선이 필요한 것으로 나타났다. 아스팔트 시공 시 혼합물 포설 전에 텍코팅을 국내보다 많은 양 도포하지만 충분한 양생을 하지 않아 현장 중장비에 의해 트랙킹 현상이 다수 발생하였다. 콘크리트 포장의 경우, 덤프로 1시간 안에 이동 가능한 거리기준이 있으나 현장에서는 100km 이상 현장에 배치플랜트 1개만이 운영되고 있었다. 또한 현지 플랜트에서 재료 공급이 원활하지 않아 한번 혼합물을 생산하면 재료가 모두 소진될 때까지 시공해야 하는 문제가 있어 시공 중간에 포장상태나 장비 등을 점검할 시간적인 여유가 없었다. 때문에 현지 진출한 포장 전문 업체들은 포장품질은 현지 시공사와 감리의 관리 유무에 따라 결과 및 상태에 매우 큰 영향을 미친다고 한다.

3. 현지맞춤형 도로포장 설계, 시방 및 유지관리 시스템

3.1 전문시방서

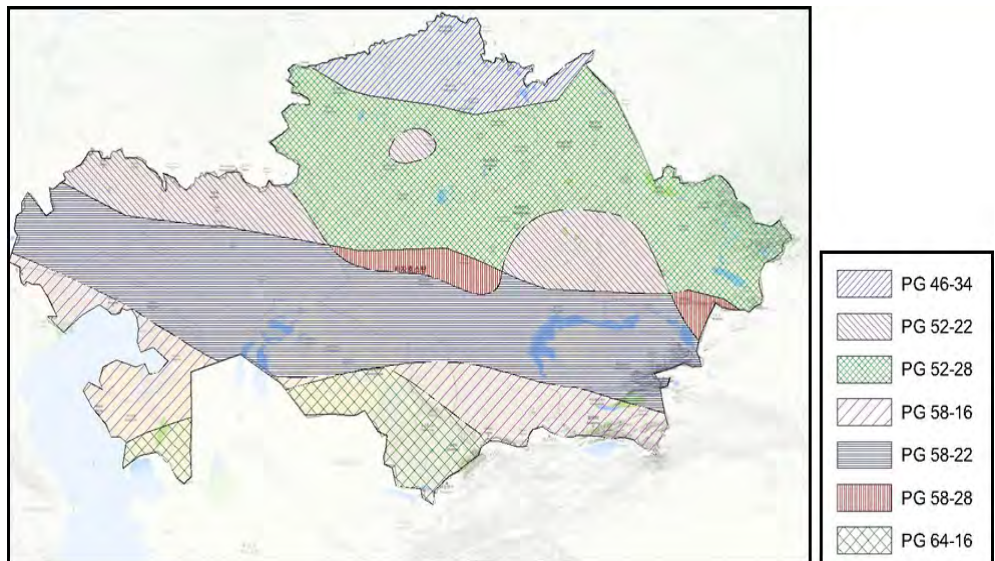
현지형 시방서 개선 내용이 많이 있지만 대표적인 것을 간략하게 소개하면 다음과 같다.

첫째, 아스팔트 바인더의 다양화이다. 카자흐스탄의 경우 침입도를 이용한 2가지 바인더 규격을 제시하고 있지만, 국내 혹은 미국의 AASHTO의 경우에는 현지 기후를 고려한 다양한 바인더 규격을 제시하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 현지 온도자료를 수집하여 각 지역별 아스팔트 PG(Performance Grade) 산출하였고 이를 바탕으로 카자흐스탄 PG 맵을 제시하였다.

둘째, 현지 온도조건을 고려한 동결지수 및 심도를 산정을 통해 동방층 설계를 할 수 있도록 하였다. 다양한 예측식을 검토하여 미공병단 TM 5-818-2 Air Force AFM 88-6 Chap.4에서 제시되는 절차에 의해서 작성되는 누가온도-일 곡선에 의해서 동결심도를 결정하는 절차를 제시하였다. 또한 PG 등급과 마찬가지로 카자흐스탄에 적합한 동결심도 맵을 제시하였다.

셋째, 카자흐스탄에서는 택코팅의 시공 및 품질관리에 있어 정략적이지 않은 시방기준을 제시하고 있다. 국내 아스팔트 콘크리트 포장공사 표준 시방 기준에 따르면 역청재의 살포 후 수분 또는 휘발분이 건조할 때까지 충분히 양생하여야 하며, 표층을 완료할 때까지 차량통행을 금지하여야 한다는 조항이 있다. 따라서 이 기준을 카자흐스탄 시방에 추가하여 외부 환경조건에 따른 최소 양생 시간을 제시하고 No-pick-up time test equipment(ASTM D 711)를 통해 평가하는

〈그림 2〉 카자흐스탄 PG 등급 맵



내용을 시방서에 포함하였다.

넷째, 시멘트 콘크리트 재료운반에 대한 시방을 살펴보면 현지 사정상 현장적용이 불가한 시방이며 품질관리 방안 부재로 준수 여부에 대한 확인이 불가하다. 이와 같은 문제의 경우에는 재료 운반 시간을 1시간 이내로 제시하고 25℃ 이상인 경우 함수비 관리를 위해 덮개를 필수적으로 설치하고 포설 시 기후조건을 기록하는 품질 기준 리스트 제시 등의 시방내용을 포함하였다. 국내 시멘트 콘크리트 포장공사 표준시방기준에 따른 혼합물 운반 부문에서 콘크리트가 비벼진 후부터 치기가 끝날 때까지의 시간은 1시간 이내여야 한다는 규정이 있으며, 빈배합 콘크리트 기층의 포설은 일평균기온이 4℃ 이하거나 비가 내릴 때에는 공사를 중지하여야 하며, 품질확보가 가능한 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 시행하여야 하고 일평균기온이 25℃ 이상인 경우에는 함수비 관리에 특별히 유의하여야 한다는 조항을 상세히 마련하였다.

기타 사항으로는 잔골재에 대한 기준, 줄눈설치 기준 등이 미흡하여 이에 대한 내용을 시방서에 포함하였다.

3.2 현지 맞춤형 포장 설계법

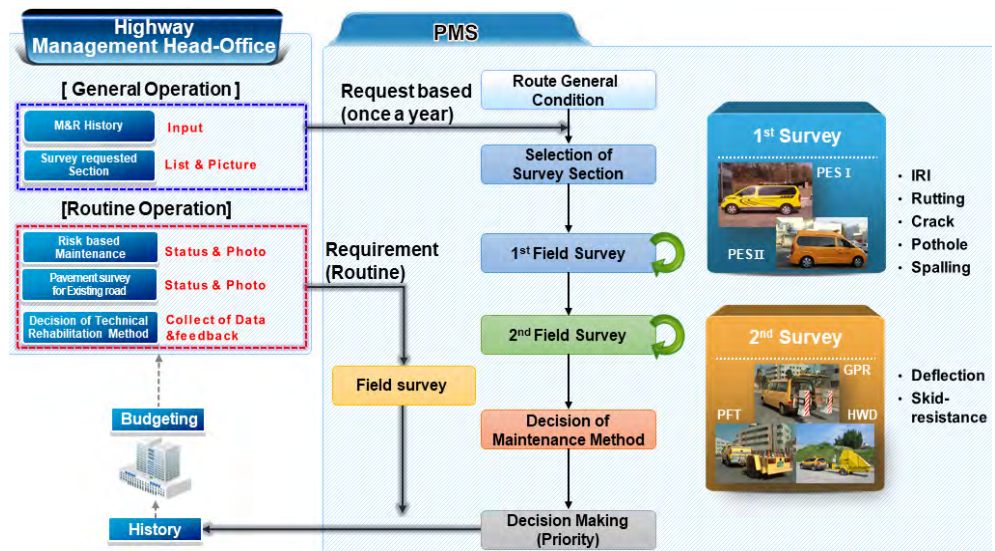
카자흐스탄에도 도로포장설계법이 있지만 앞서 언급한 바와 같이 현지 여건을 반영하지 못하는 문제가 있어 이를 개선하여 도로포장을 다음과 같은 프로세스로 설계할 수 있도록 제안하였다.

〈표 2〉 아스팔트 및 콘크리트 포장 카테고리 단면 예

Category	S		A		B		C	
Technical category	-		I a, I b		II, III		IV, V	
Design traffic level(AADT)	50,000~30,000		30,000~7,000		7000~1000		1,000~	
Design Category Cross Section (Asphalt Concrete)	Surface	6cm	Surface	5cm	Surface	7cm	Surface	5cm
	Binder Course	7cm	Binder Course	7cm			Base	7cm
	Base	10cm	Base	10cm	Base	10cm	Sub base	13cm
	Sub base	22cm	Sub base	21cm	Sub base	16cm		VAR
	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	
Design Category Cross Section (Cement Concrete)	Concrete Slab	26cm (min 21.3cm)	Concrete Slab	26cm (min 19.8cm)	Concrete Slab	20cm (min 13.7cm)	Concrete Slab	20cm
	Lean Concrete	10cm	Lean Concrete	10cm	Lean Concrete	10cm		VAR
	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	VAR	Anti-Freezing	

먼저 설계대상 도로의 등급과 유사한 구간의 교통량을 수집한다. 다음으로 카자흐스탄의 주요 도시를 선정하여 동결지수 및 동결기간 등을 산정하고, 노상지지력 등 기초 값을 가정하고 주요 도로별 포장설계를 아스팔트와 콘크리트 포장으로 구분하여 진행하였다. 마지막으로 지역별, 교통량별 단면을 분류하고 각 상황별 카테고리 단면을 제시하였으며 <표 2>가 대표적인 예이다.

<그림 3> 카자흐스탄 PMS 흐름 모식도 제안



3.3 포장유지관리 시스템

카자흐스탄은 도로포장의 유지관리에 대한 개념이 거의 전무하여 파손이 심하면 임시방편으로 보수할 뿐 체계적인 관리나 조사가 이뤄지지 않고 있다. 이를 개선하기 위하여 현지에서 활용할 수 있는 장비, 인력 및 조직을 고려하여 포장유지관리 시스템을 제안하였다.

카자흐스탄에서 현재 운영 중인 도로에 대해서 국내와 마찬가지로 <그림 3>과 같이 일반 운영과 수시 및 기타 운영으로 나눌 수 있다. 일반 운영은 도로 상태 조사, 분석, 맵핑까지 일련의 작업을 의미하며, 1년에 1회 전체 구간에 대해 수행해야 한다. 전체 노선에서 조사대상구간을 선정하고 1차적으로 평탄성, 러팅 깊이, 균열, 포트홀, 스폴링 등을 조사한다. 1차 조사에서 추가적으로 평가가 필요한 구간에 대해서는 포장의 구조적 지지력을 평가하는 FWD(Falling Weight Deflectometer)와 미끄럼 저항성 시험(PFT : Pavement Friction Tester)을 이용하여 2차 조사를 실시한다. 평가 및 분석된 데이터를 바탕으로 요구되는 유지보수 공법을 선정하고 맵핑하여 전체 구

간에 대해서 우선순위 결정을 실시한다. 수시 및 기타 운영으로는 긴급보수 및 포장공법 재검토 등 수시로 현장 실사를 통해 이용자의 안전을 도모하며, 모든 보수구간 내역을 바탕으로 예산을 책정하게 된다.

유기적이고 시스템화된 유지관리를 위해서는 매년 1월부터 2월까지 평탄성, 미끄럼저항성, FWD 조사장비 관련 평가자 교육을 실시하고 기존 도로에서 추가된 구간을 업데이트 해야 한다. 3월 한 달간은 표면 결함 조사 교육을 실시하고, 3월부터 8월까지 전체 구간에 대해서 조사를 실시하면서 모든 자료를 데이터베이스화 해야 한다. 9월부터 12월까지는 2차 조사 자료를 수집하고, 데이터를 바탕으로 최적 보수방법 및 예산을 결정한 뒤 매년 PMS 보고서를 작성해야 한다.

데이터 조사 및 분석이 끝난 뒤에는 웹기반 데이터베이스에 축적하여 모든 일련의 데이터를 본사, 본부, 지사 등에서 공유할 수 있도록 하고, GIS 맵 연동을 통해 직관적인 판단을 유도하고 합리적인 최적 공법 선정 및 자유로운 의사소통을 유도할 수 있다.

4. 국내 진출기업의 실패 사례 분석

4.1 실패 사례

카자흐스탄 알마티에서 갑자기 구간의 고속도로 현장의 콘크리트 포장은 2016년 10월에 시공 완료되었음에도 불구하고 <그림 4>와 같이 표면 박리, 스폐링, 줄눈재 탈락 등의 파손이 다수 발견되었다. 그 원인으로는 한겨울 시공 및 잔골재의 저품질에 의한 콘크리트 강도 저하, 사막기후로 인한 빠른 수분증발로 양생 불량, 장비 문제로 인한 과잉다짐 및 시공속도, 부적절한 줄눈시공 등으로 파악되었다.

다음은 아스팔트 포장으로 알마티~비슈케크 고속도로의 파손을 나타낸 것이 <그림 5>와 같다. 아스팔트 포장 파손 종류로는 횡방향 반사균열, 종방향 균열 등 주로 저온에 의한 균열이 발생하였다. 현지 진출한 시공사를 통해 확인한 결과, 성토 후 자연압밀 없이 후속 공정을 진행하여 발생한 처짐문제 및 겨울철 시공으로 인한 온도하강 등이 원인으로 나타났다.

4.2 문제 해결방안 제안

실패 사례를 토대로 향후 국내 업체 진출을 위해 기술적인 부분과 비기술적인 부분의 두 가지 관점에서 개선방향을 제안한다. 먼저 기술적인 부분은 다음과 같다.

첫째, 카자흐스탄의 대륙형 극단적인 기후 조건과 재료 선정부터 시공 후 품질관리까지 현지 환경을 고려해야 한다. 특히 무덥고 건조한 여름철에는 효과적인 양생 및 줄눈 커팅을 위한 대안을 마련해야 하고, 겨울철 시공은 제한해야 한다.

〈그림 4〉알마티 ~ 캅차가이 고속도로 콘크리트 포장 파손



〈그림 5〉알마티 ~ 비슈케크 고속도로 아스팔트 포장 파손



둘째, 공정 관리의 효율성을 향상시키기 위해서는 국제부흥개발은행(IBRD)에서 발주한 공사처럼 가능한 많은 정보들을 수집하고 공정을 확인하여 사업을 진행해야 한다.

셋째, 철저한 품질관리를 위해서 재료, 장비운행 자동추적장치, 양생 및 줄눈 작업, 게이지 매설 등을 통해 시공 후 추적 조사가 가능해야 한다.

넷째, 선 지급공사비를 청구하고 공정표 및 시공계획서를 제출하여 매월 기성 확인과 시공실적 정산 등의 업무를 실시해야 한다.

다섯째, 공사 참여자 전원이 시방서 절차를 숙지해야 하며, 계약부터 지속적인 관리가 필요하다.

여섯째, 해외감리체계에 대한 이해가 부족하기 때문에 리스크 관리자를 따로 지정해야 한다.

다음으로 비기술적인 부분에 대한 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 국내 공사 참여자 전원 노동비자 등 허가절차를 이행하고 현지 종사자의 노동교육 및 허가, 계약을 명확하게 제시해야 한다. 또한, 회사 현지법인(지사) 사무실을 개설하고 법인에 대한 세무신고를 이행하고 현지 회사와의 경쟁에서 불이익을 최소화 해야 한다.

둘째, 유기적인 공정관리 시스템을 도입해야 한다. 이는 서류로 현장을 판단하는 것이 아니라

자료 담당자를 선정하여 실제 현장 운영관리를 실시하고, 데이터 기반의 시스템으로 운영이 되어야 한다는 것이다.

셋째, 카자흐스탄은 발주처에서 하도급사를 선정하는 관행이 있는데, 이는 현지 하도급사가 무책임한 태도를 보이는 가장 큰 원인이라고 판단된다. 이를 해소하기 위해서는 건설산업계에서 표준을 제정하는 국제건설엔지니어링 연맹(FIDIC : Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils)의 절차대로 계약을 이행해야 한다.

넷째, 카자흐스탄의 관행 중의 하나가 입찰 공고 후 후보자 군(우선입찰대상자) 선정을 빌미로 발주처에서 무리한 요구를 하는 경우가 있다. 이에 대응하기 위해 계약 조건과 법률적 검토가 사전에 충분히 이뤄져야 한다.

다섯째, 기존 기술 통역의 경우 높은 인건비와 낮은 토목 전문성으로 비효율적이었기 때문에 발주처와 연락책을 지정하여 단순한 통역이 아닌 현지 전담관리자의 양성이 필요하다.

여섯째, 앞서 언급했듯이 도로 포장과 같은 단순 시공기술에서 중국, 유럽, 그리고 일본 등과 경쟁하기 위해서는 품질 및 가격 경쟁력을 갖출 수 있도록 기술개발에 투자해야 한다.

본 연구에서 수행한 현지의 건설여건, 기후, 교통량, 재료 및 시공법, 도로 파손형태와 원인, 품질관리 현황에 대해 검토하였다. 이를 통해 맞춤형 설계법, 시방 가이드라인, PMS 등을 제시하였으며, 국내기업의 실패 사례 및 해결방안을 제안하였다. 향후에는 관련 연구와 적용, 홍보를 통하여 도로 인프라에 대한 요구가 증가하고 있는 카자흐스탄 시장에서 국내 기업의 지속가능한 성장을 이끌어 낼 수 있는 교두보와 같은 역할을 수행해야 할 것이다. 

정책과 기술 03

송산-시화 연결도로 대관람차 사장교의 기본설계

이지업 | 대림산업(주) 대리
임치중 | 대림산업(주) 부장
박태균 | 대림산업(주) 부장

백종균 | 대림산업(주) 상무
이준호 | 대림산업(주) 부장

1. 서론

2018년 한국수자원공사에서 실시한 ‘송산그린시티~시화멀티테크노밸리 연결도로 건설공사(이하 송산-시화 연결도로)’ 설계시공 일괄 입찰 평가에 따라 2018년 10월 대림산업 컨소시엄(설계: 한국종합기술, Envico, 한맥기술, 동해기술공사)이 적격업체로 선정되었다. 총 사업비 1,822억 원이 투입되는 이 연결도로 사업은 송산그린시티와 시화MTV를 연결하는 주간선도로로서, 교량 구간 1.17km(1주탑 사장교 300m)와 접속도로 1.66km로 이루어져 있다. 시화호에 위치한 주 교량은 세계최초로 1주탑 사장교와 대관람차를 융합시킨 신개념 교량으로, 지역을 대표하는 랜드마크 역할을 함과 동시에 지역의 가치가 향상될 것으로 기대하고 있다.

2. 형식선정 배경

주경간교 형식 선정의 기본 방향을 다음 두 가지로 설정하였다. 첫 번째, 발주 취지에 맞는 지역 랜드마크로서 독창성과 예술성, 창의성을 갖는 형식일 것, 두 번째로는 시화호의 아름다운 풍경

〈그림 1〉 사업개요



〈그림 2〉 교량 전경

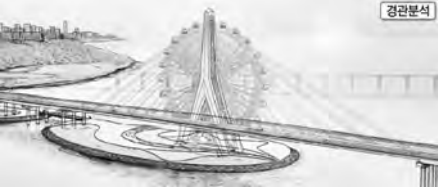


을 다채롭게 즐길수 있는 전망대 형식을 가질 것. 이러한 기본방향을 <표 1>과 같은 5가지의 세부 선정기준을 마련하여 다양한 대안에 대해 비교 검토하였다.

<표 1> 세부 선정기준

선정기준	세부 내용
상징성	지역 랜드마크로서 활용될 수 있는 교량
미관성	주변시설과 조화롭게 어울리는 교량 형식
창의성	시화호의 차별화된 교량형식
시공성	공기내 시공완료 가능한 교량형식
전망성	시화호의 풍경을 다채롭게 조망할 수 있는 전망 위치

<표 2> 교량 비교안

선정기준	세부 내용	
 경관분석 기본계획 - 2주탑 엑스트라도즈교	 레이아웃도 66.2	-낮은 주탑으로 철탑에 의한 시인성 부족 -전망공간 부재 -평이한 형식으로 상징성 결여 -과대한 가물막이로 시공성 결여
 경관분석 비교1안 - 대관람차 일체형1주탑 사장교	 레이아웃도 95.9	-대관람차와 사장교를 접목한 신개념 교량 계획 -높은 주탑과 독창적인 실루엣으로 상징성 강화 -얇은 수심부 육상화 시공을 통한 시공성 향상
 경관분석 비교2안 - 전망대 경사주탑 1주탑 사장교	 레이아웃도 72.5	-케이블 역배치로 미학적 실루엣 양호 -단조로운 파노라마 전망 -케이블 역배치 및 경사주탑 사례 다수, 창의성 결여
 경관분석 비교3안-전망대 경사주탑 1주탑 대칭 사장교	 레이아웃도 74.5	-일반적인 디자인 주탑 적용으로 랜드마크 역할 부족 -단순전역 조망 -일반적인 사장교 형식으로 랜드마크 창의성 부족

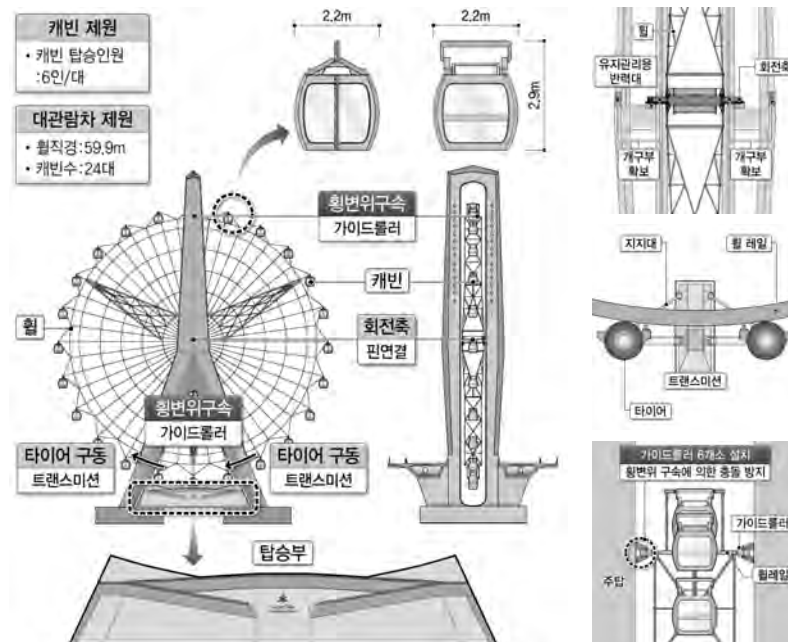
이중 비교 1안은 대관람차와 사장교를 접목한 신개념 교량계획으로 대관람차에 의해 다양한 높이에서 입체적으로 시화호 전역에 대한 조망이 가능하며, 높은 주탑과 케이블 번들 배치로 상징성을 강화하였다. 또한 얇은 수심부를 육상화하여 문화공간을 창출함과 동시에 공사 중에는 육상화 시공이 가능하도록 계획하여 주탑 및 보강거더의 시공성 향상을 꾀하였다.

3. 주요부재 계획

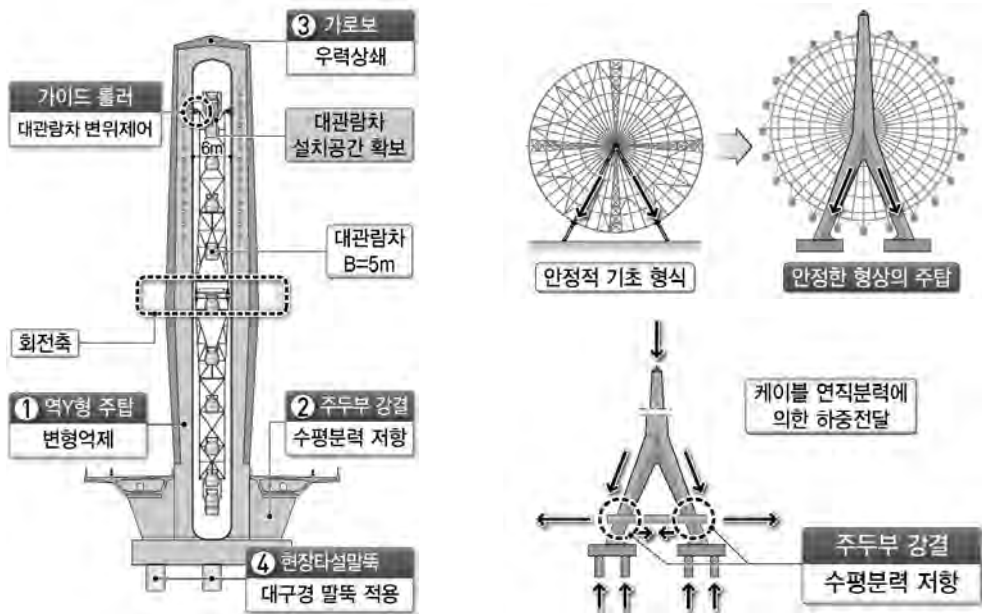
3.1 대관람차 계획

대관람차는 6인승 캐빈 24대가 설치되어 최대 144인이 동시 탑승 가능하다. 휠의 직경은 59.9m 이고, 주탑 하단부에 위치한 승강장을 통해 탑승하도록 계획되었다. 대관람차 휠 내부에는 truss 형태로 별을 형상화하여 랜드마크로서의 상징성을 더하였다. 대관람차의 본체인 휠은 주탑 중앙의 회전축에 의해 단순 고정되며, 휠 하단에 위치한 트랜스미션의 타이어 마찰력으로 구동된다. 대관람차의 안전성을 향상시키기 위해 주탑의 상하단에 가이드 롤러를 설치하여 횡방향 변형을 억제하였다.

〈그림 3〉 대관람차 개요도



〈그림 4〉 주탑 개요도



3.2 주탑 설계

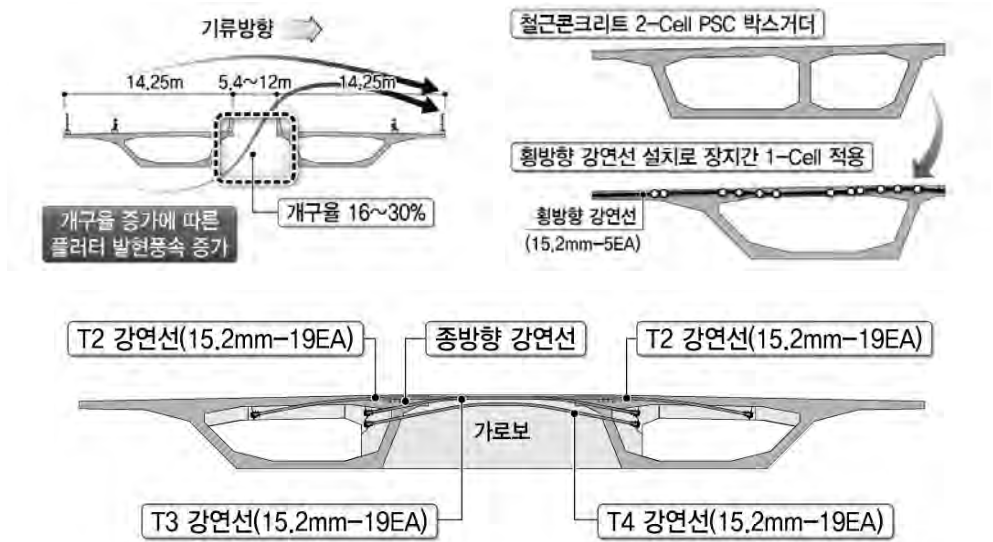
대관람차는 일반인이 이용하는 시설이기 때문에 심리적 안정감과 구조적 안전성을 꾀하기 위하여 역 Y형으로 설계하였다. 또한, 주두부를 강결 처리함으로써 주탑 하단부가 벌어지려는 힘에 저항할 수 있도록 하였으며, 주두부에 작용하는 인장력은 케이블의 수평 압축력에 의해 상쇄되도록 설계하였다. 주두부 강결 처리로 인해 기초를 분리형으로 설계할 수 있었으며, 이로 인해 주탑의 안전성 확보와 기초 사이즈의 최적화를 동시에 이루었다.

주탑 높이와 대관람차의 직경, 탑승장 위치 등을 종합적으로 고려하여, 보강거더의 상하행선을 분리하였고, 그 사이에 대관람차를 배치함으로써 예술적이면서 효율적인 구조를 꾀하였다.

3.3 보강형 설계

보강형은 케이블 간격과 비틀림하중 작용 등을 고려하여 콘크리트 트윈 박스거더로 결정하였다. 박스거더는 휨과 비틀림력 저항에 유리하며, 트윈박스 거더 형식은 내풍 성능이 우수한 장점이 있다. 박스거더는 1-CELL과 2-CELL 형식에 대해 검토하였으며, 보강거더 경량화와 구조적 효율성을 고려하여 상부 슬래브에 강연선을 배치한 1-CELL 형태로 설계하였다. 거더의 경량화를 위해 다이아프램의 단면은 〈그림 5〉와 같이 최소화하였다. 트윈박스 거더는 20m 간격마다 가로보로 연결되어 있으며, 케이블이 트윈 박스 거더 내측에 정착됨에 따라 가로보에 부모

〈그림 5〉 콘크리트 트윈 박스 거더



멘트가 작용한다. 이를 상쇄하기 위해 강연선이 가로보의 상연에 배치되었다. 케이블의 거더측 정착구는 전체적인 구조 효율을 고려하여 가로보에 설치하는 것으로 계획하였으나, 가로보 단면이 증가하여 가로보 사이에 별도의 정착구를 설치하였다.

3.4 케이블 설계

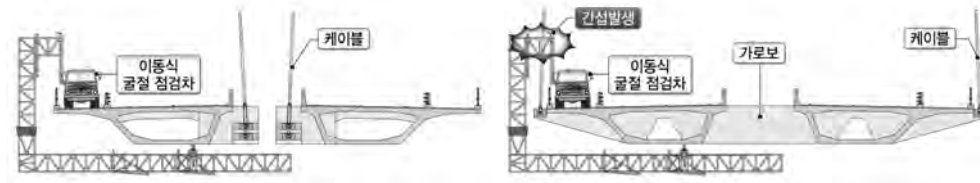
설계초기단계에는 케이블과 거더의 효율을 고려하여 케이블의 배치간격을 일반적인 범위인 10m로 설계하였다. 하지만 본 교량은 대관람차 내부에서의 조망이 중요한 것으로 판단하여, 관람차 내부에서의 개방감 확보와 미학적 설계를 위해 케이블의 간격을 20m로 증가시키고 2열 케이블을 배치하였다. 케이블 배치 간격 증가로 인한 단면력 증가는 종방향 텐던을 배치함으로써 상쇄시켰다.

일반적인 사장교의 경우에는 2열 주탑 내측에 거더가 위치하지만, 해당 교량의 경우 관람차 배치 계획에 따라 주탑이 거더 내측에 위치하고 있다. 따라서 주탑측 케이블 정착구 위치가 거더 폭에 비해 작기 때문에, 케이블을 거더 외측에 정착할 경우 교직방향 수평분력이 과대해지고 그에 따라 가로보 사이즈도 증가한다. 케이블을 내측에 배치할 경우에는 비틀림에 대한 거더의 기하강성이 감소하고 내풍에 취약한 단점이 있지만, 본 교량의 거더는 비틀림과 내풍에 유리한 콘크리트 트윈 박스 거더로 설계되었기 때문에 가로보 최적화, 유지관리 효율성 등의 여러 가지 측면을 종합적으로 고려하여 케이블을 트윈 박스 거더 내측에 정착하였다.

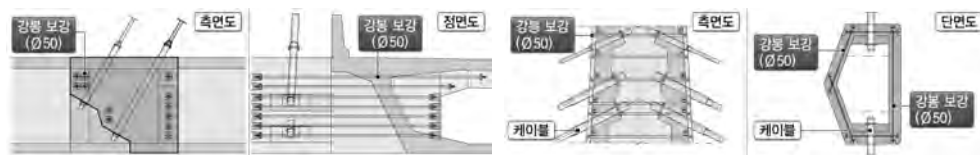
〈그림 6〉 케이블 배치도



〈그림 7〉 케이블 횡방향 배치도



〈그림 8〉 케이블 정착구 - 보강거더측(좌), 주탑측(우)



3.5 케이블 정착구

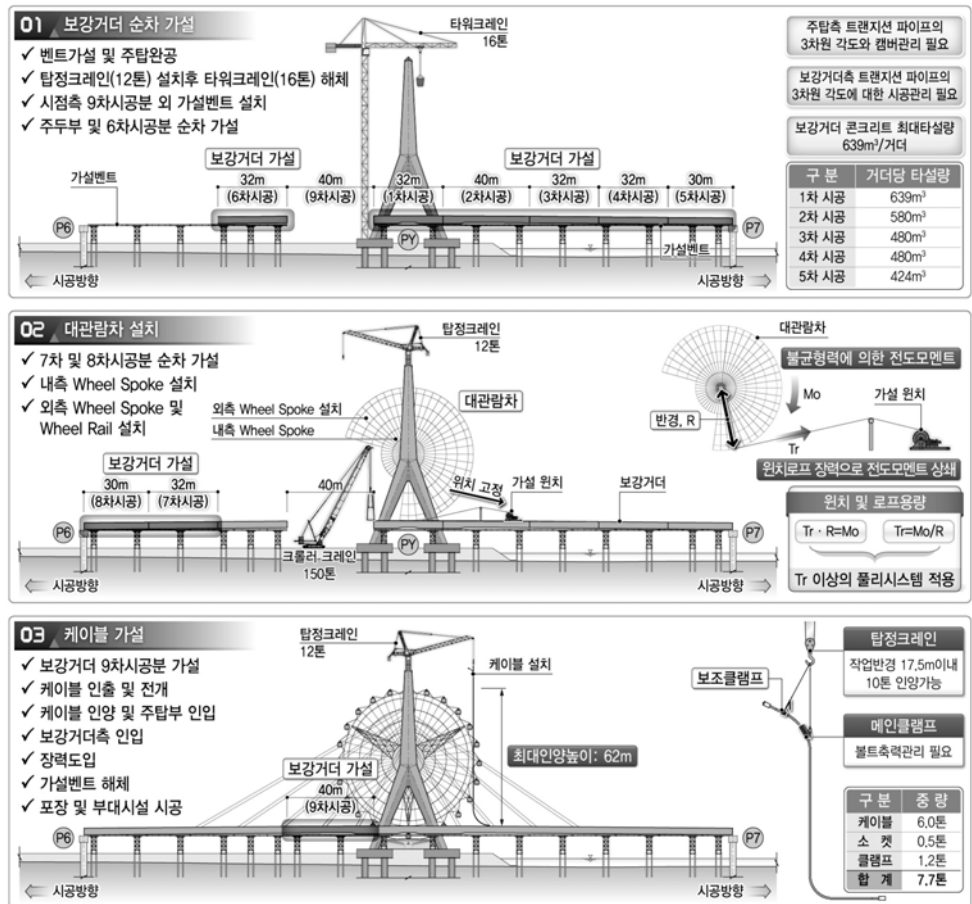
주탑 정착구는 분리정착 방식(강봉 보강), 강좌정착 방식, 새들정착 형식 세 가지에 대하여 검토를 하였으나, 공사비가 적고, 내부 작업 공간 확보에 유리한 분리정착 방식으로 최종 설계하였다. 보강거더측 정착구는 FEM 솔리드 해석을 통해 인장응력이 발생할 것으로 예상되는 위치를 강봉으로 보강하였다.

4. 주경간교 시공계획

사장교 시공방법으로 FCM(Free Cantilever Method)과 FSM(Full Staging Method)에 대하여 검토하였지만, FCM은 거더 폭원 변화에 따른 FT설계 복잡화, 케이블 간격 과다로 인한 시공 중 추가 보강 필요, 순차 시공에 따른 공기 초과 등의 이유로 FSM으로 최종 결정하였다. FSM으로 시공 시 주탑과 대관람차를 보강거더와 병행 시공할 수 있기 때문에 공기 단축이 가능한 장점이 있다. 주탑을 포함하여 시점측 보강거더는 별섬 조성 이후에 시공하여, 육상화 시공에 따른 작업성 향상과 시공품질 확보가 가능하도록 하였다.

주탑시공 시에는 타워크레인(16ton)을 이용하고, 대관람차 시공 시에는 대관람차와의 간섭

〈그림 9〉 주경간교 시공순서도



문제로 타워크레인을 해체하고, 크롤러 크레인(150ton)과 탐정 크레인(12ton)을 이용하여 대관람차와 사장 케이블을 시공하는 것으로 계획하였다.

5. 결론

송산-시화 연결도로 주경간교량은 세계 최초로 사장교에 대관람차를 접목시킨 신개념 교량으로서 일반적인 형식의 사장교와는 다른 설계 요소들을 내포하고 있다. 도전적인 설계 요소가 많은 만큼 실시설계를 통해 설계의 완성도를 높여가고 있다.

송산시화 연결도로는 지역과 지역을 연결하는 교량으로서의 역할뿐만 아니라 사람과 문화를 이어주는 다리의 역할까지 할 것으로 기대된다. 대림산업(주) 컨소시엄은 두 가지 역할을 모두 성공적으로 이끌어내어 일반인들이 교량과 좀 더 친숙해지는 계기가 될 수 있도록 최선을 다하겠다. 🇰🇷

정책과 기술 04

자율주행을 위한 주요 도로 환경 요인 분석에 관한 연구

탁세현 | 한국교통연구원 부연구위원

김사리 | 한국교통연구원 연구원

강경표 | 한국교통연구원 연구위원

서론

4차 산업혁명의 아이콘으로 자율주행차가 대두되고 있는 가운데 해외에서는 CAV(Connected and Automated Vehicle) 등 자율주행을 지원하는 인프라가 주목받고 있다.

미국 콜로라도 주교통부에서는 안전하고 교통 정체 없는 스마트 도로를 개발하는 Road X 프로젝트를 진행하고 있다. 해당 비전을 실현하기 위해 콜로라도는 ITS 및 C-ITS 수준에 따라 도로를 6단계로 분류하는 Connected Road Classification System(CRCS)을 정의하고 관련 연구를 진행하고 있다. 일본에서는 자율주행의 상용화를 앞당기기 위한 인프라 구축을 위해 주요 도로를 대상으로 자율주행 난이도를 측정하여 등급화하겠다는 정책을 발표한 바 있다.

또한 미국 National Highway Research Program(NCHRP)에서는 CV(Connected Vehicle) 및 AV(Automated Vehicle) 차량의 도입에 따라 발생할 이슈들을 연구하고, 관련 정보 및 기술을 교환하는 NCHRP 20-102 프로젝트를 진행 중이다. 해당 프로젝트에는 자율주행차의 비전 시스템에 영향을 주는 노면마킹의 특성을 연구하는 20-102(06) 프로젝트, 고속도로 인프라에 영향을 끼치는 CAV 기술에 주 및 지방 교통기관이 대응할 수 있는 지침을 만들기 위한 20-102(15)프로젝트, 자율주행차의 운행 가능 영역을 확장하기 위한 인프라 개선 요소들을 도출하는 20-102(21) 프로젝트 등을 진행하고 있다.

국내에서도 자율주행차량의 안전 주행 지원을 위한 도로 인프라의 중요성을 인식하고 C-ITS(차세대 지능형 교통 시스템)등에 대한 시범 및 실증 사업을 진행하고 있다. 이와 함께 국토교통부에서는 2030 미래차 산업 발전전략에서 2024년까지 보험 및 운전자 의무와 같은 완전자율주행을 위한 제도도입 및 통신시설, 정밀지도, 교통관제, 도로 등의 인프라 완비에 대한 발표를 하는 등 자율주행 가능 영역을 확장하고, 안전하게 운행될 수 있도록 하기 위해 인프라 지원 관점

에서 도로에 대한 관심이 증가하고 있다.

앞서 말한 것과 같이 지금까지는 인간의 인지 및 판단 능력을 지원하기 위한 목적으로 도로 및 주변 환경이 설계되었다면, 향후 도래할 자율주행시대에서는 인간과 자율주행차량의 인지 및 판단 능력 모두를 고려하여 도로를 설계할 필요성이 커지고 있다. 이에, 본 연구에서는 차량 주행 실험 및 시뮬레이션을 통하여 자율주행차량의 주행 성능에 영향을 끼치는 도로의 요인을 분석하였다.

연구의 범위

본 연구에서는 자율주행의 기본이면서 가장 중요한 기술로 여겨지고 있는 적응순항제어(Adaptive Cruise Control, ACC)시스템 및 차로유지보조(Lane Keeping Assistance System, LKAS)시스템의 작동에 영향을 끼치는 도로환경을 평가하였다. 이를 위하여 실차실험과 시뮬레이션분석을 동시에 진행하였다. 실차실험에서는 적응순항제어 시스템과 차로유지보조 시스템을 장착한 차량으로 고속도로를 운행하여 도로의 정적 환경(도로의 곡선반경, 경사, 차로 수 등)이 주행 성능에 끼치는 영향을 평가하였다. 또한, 시뮬레이션분석에서는 실차실험에서 다양한 위험상황을 실험해 볼 수 없는 한계를 보완하기 위하여 도로의 동적 환경(교통정체, 날씨, 공사, 사고 발생 등)의 변화가 주행 성능에 끼치는 영향을 평가하였다. 실차실험은 2019년 4월부터 6월까지 진행하였고, 해당 차량의 한정영역(Operation Design Domain)으로 명시된 고속도로를 대상으로 도로 환경의 자율주행 적합성을 분석하였다.

실차실험을 통한 자율주행 위험 요소 분석

자율주행차량으로 고속도로를 주행하여 분석한 결과 아래 표와 같이 크게 4가지 상황에서 차선을 벗어나거나 지나치게 치우쳐서 운행되는 결과를 발견할 수 있었다. 특히 위험 상황별 이벤트 발생주기를 보면 기하구조에 의한 쏠림현상과 차선 마킹 및 노면색상에 의한 쏠림현상이 가장 빈번한 것으로 나타났으며, 각 상황에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

원인	현상	발생 횟수(회)	발생 주기(km)
기하구조	쏠림	261	12
	이탈	5	634
차선마킹 및 노면 색상	쏠림	111	29
	지그재그 주행	17	187
	이탈	7	453
노면 포장	지그재그 주행	3	1057
센서	악천후로 인한 쏠림 및 이탈	5	634
	차량인식 지연에 따른 추돌 위험	5	634
	그림자로 인한 이탈 및 쏠림	16	198

※총 주행거리 3170.89km 기준

1) 기하구조에 의한 위험 상황

비교적 작은 곡선반경, 높은 경사 구역 등 도로의 기하구조에 의해 차량이 한쪽으로 쏠리거나 이탈하는 현상이 나타났다. 특히, 이러한 기하구조의 조건들이 동시에 나타날 때 위험상황이 많이 발생하였다. 예를 들어 곡선반경이 작은 구간에서 경사도의 변화가 심할 경우 주행 성능의 저하가 보다 자주 발생하였다.

〈그림 1〉 기하구조에 의한 쏠림 발생 전 정상 위치



〈그림 2〉 기하구조에 의한 (오른쪽)쏠림 예시



2) 차선 마킹 및 노면 색상에 따른 위험 상황

도로 노면에 표시된 차선이 닳아서 흐릿해진 경우, 보수공사 등으로 인해 차선이 중간에 사라지는 경우, 점선으로된 차선 사이사이의 간격 긴 경우, 노면 색상의 차이로 인해 발생한 선을 차선으로 인식하는 경우 등 차선 마킹 및 노면 색상으로 인해 주행 중 쏠림, 이탈, 지그재그주행 현상이 나타났다.

〈그림 3〉 양호한 차선마킹 및 노면 색상 예시



〈그림 4〉 차선마킹 불량 예시(양쪽 불량)



〈그림 5〉 노면 색상 불량 예시



3) 노면 포장에 따른 위험 상황

미끄럼방지 흙이 파인 구간에서 차량이 미끄러져 지그재그 주행을 하는 현상이 발생하였다.

4) 차량 센서의 한계에 따른 위험 상황

폭우가 내려 차선을 인식하는 카메라센서가 가려져 차로로 이탈하는 현상, 옆 차선에서 끼어드는 차량을 인식하지 못하거나 늦게 인식하여 감속하지 않거나 급감속하는 경우 등이 발생하였다. 특히 소형차 보다는 대형차의 인식률이 더 낮은 것이 관찰되었다.

〈그림 6〉 노면 포장상태(미끄럼방지흙) 예시



〈그림 7〉 대형차량 인식 지연 예시



시뮬레이션을 통한 자율주행 위험 요소 분석

동적 환경(정체상황 및 악천후)이 자율주행차량의 주행 안전성에 끼치는 영향은 Prescan 시뮬레이션을 활용하여 평가하였다. 시뮬레이션 기반 분석에서도 앞서 도출한 실차 주행과 마찬가지로 적응순항제어(Adaptive Cruise Control, ACC)시스템 및 차로유지보조(Lane Keeping Assistance System, LKAS)시스템의 작동에 영향을 끼치는 동적 환경을 평가하였다.

〈그림 8〉 적응순항제어시스템 구현 예시



〈그림 9〉 차로유지보조시스템 구현 예시



시뮬레이션 분석 결과, 사고나 교통정체 등으로 전방 차량이 거의 정차한 상황일 때 특정 조건의 기하구조에서 위험 상황이 발생하는 것이 관측되었다. 분석 결과 곡선반경이 너무 작은 급

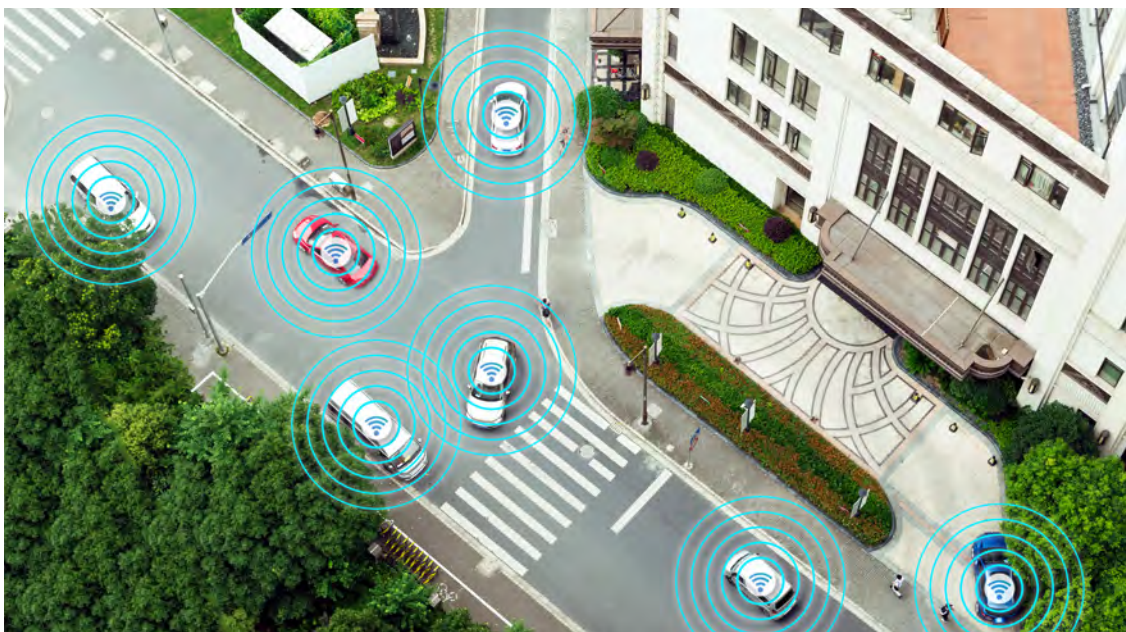


경사인 상황, 곡선반경이 작고 내리막인 상황, 내리막인데 경사로 길이가 긴 상황, 경사도 변화가 큰 상황에서 선행 차량에 대한 늦은 인지와 차량 추종의 오류가 발생하여 위험 상황이 발생하였다.

자율주행 안전/위험 구간 및 시사점

자율주행차량의 주행성능에 영향을 끼치는 주요 요소를 도출하고 그룹화 하기 위하여 실차실험 및 시뮬레이션 실험 결과를 CART(Classification and Regression Tree Analysis)를 활용하여 분석하였다. 기하구조의 변수에 수치형 변수와 명목형 변수가 모두 포함되어 있어 CART를 활용하였으며, 경사도, 도로선형, 곡선반경, 곡선부 길이, 차로 수, 경사도 변화량, 곡선반경 변화량, 차로 수 변화량을 변수로 분석하였다.

분석 결과, 경사도가 일정 수치 이하인 내리막길 구간, 곡선반경이 기준치 이하인 구간, 차로 수가 기준치 이하인 구간 등 특정 한가지 조건이 좋지 않을 경우에도 자율주행차량의 주행 성능 저하 현상이 발생하지만 이러한 악조건들이 조합된 상황에서 성능 저하 현상이 더욱 뚜렷이 발견되었다. 예를 들어 곡선반경만을 고려하였을 때에는 급경사 구간에서만 위험 상황이 발생하였지만, 경사도 변화량이 4%p 이하인 경우 비교적 완만한 곡선 구간에서도 위험 상황이 발생하였다.



이와 함께 통합 분석 결과 자율주행차량의 주행성능 평가를 위해서는 정적환경과 동적환경에 대한 통합 분석의 필요성이 크게 부각되었다. 분석의 결과를 보면 정적 환경만을 고려하였을 때에는 고속도로 94.84%의 상당히 많은 부분에서 안정적으로 자율주행이 가능할 것으로 분석되었다. 하지만 같은 조건의 정적 환경이라 할지라도 사고, 정체 등의 동적 환경의 변화로 인하여 54%의 안전 구간이 주의/위험 구간으로 변화하는 것이 분석되었다. 이러한 결과를 종합하여 생각하면, 자율주행차량의 안전 주행을 위해서는 도로의 물리적인 개선도 일부 필요하지만 동적 환경의 변화를 지원할 수 있는 C-ITS의 서비스 개발 및 적용에 대한 고려가 함께 필요할 것으로 보인다.

본격적인 자율주행 시대로 향하기 위해서는 자율주행차의 한계를 보완해줄 수 있는 도로 인프라의 역할이 점점 더 중요해질 것이다. 안전한 자율주행을 지원할 수 있는 도로 인프라를 구축하기 위해서는 현재 도로 시스템의 한계를 알고, 자율주행차의 관점에서 안전한 도로를 만들기 위한 연구가 꾸준히 진행되어야 할 것이다. 이러한 일련의 과정에 앞서 본 연구가 안전한 자율주행 시대를 만드는데 기반이 되었으면 한다. 🇫🇷

참고문헌

한국교통연구원(2019.08), 「안전한 자율주행을 위한 도로환경 등급화 연구」

겨울철 도로 위 암살자 ‘블랙아이스’

안동기상대장 이우식

최근 들어 도로가 결빙되면서 차량이 눈길에 미끄러져 크고 작은 사고가 발생했다. 겨울철 운전자라면 누구나 눈이나 비가 내린 다음날 아침 도로 곳곳에 숨어 있는 빙판길 때문에 긴장했던 경험이 있을 것이다. 이처럼 겨울철 도로 위의 복병을 ‘블랙아이스’라 한다.

블랙아이스(black ice)란 검정색 얼음이 아니라, 투명한 얼음이 아스팔트 위를 마치 코팅한 것처럼 뒤덮어 운전자의 눈에는 도로에 얼음이 없는 건조한 상태로 보이는 현상을 말한다. 블랙아이스는 주로 기온이 낮은 새벽 5~8시 사이에 발생할 확률이 가장 높으며 상당히 넓은 구간에 걸쳐 도로가 코팅되어 있고 얇은 막이 형성되어 있어서 운전자가 쉽게 식별하기 어려운 실정이다. 실제로 2010년 12월 13일 새벽에 청원-상주간 고속도로에서 약한비가 도로위에 내려 얼면서 블랙아이스가 발생, 6중 및 9중 충돌사고가 발생하여 20여 명의 사상자가 발생했으며, 최근에도 겨울이 되면 지속적으로 블랙아이스로 인해 많은 인명사고가 발생하고 있다.



겨울철 바람이 없는 추운 날 아침, 내륙산간지역을 운전하다 보면 비가 내리고 있는 중인데도 도로 표면이 얼어 있어 놀란 적이 있을 것이다. 이러한 기상현상을 어는 비(freezing rain)라 부른다.

보통 비는 영상의 기온에서 내리지만 지상의 기온이 영하권이고 도로의 표면온도가 대기의 온도보다 더 낮은 영하 2~3도까지 떨어지면 내리던 비가 지표면에 닿자마자 순식간에 얼어버린다. 이런 경우 운전자는 비가 내리고 있는 상황에서 노면이 얼어 있을 것이라고는 전혀 생각하지 못하기 때문에 더욱 위험하다. 따라서 어는 비로 인한 위험성과 도로의 노면 상태를 운전자가 제대로 인식하지 못하는 경우가 많기 때문에 도로에서 블랙아이스 현상이 나타나면 베테랑 운전자라 할지라도 속수무책인 경우가 많다. 또한, 항공기의 경우 블랙아이스와 같은 맑은 착빙에 의해 이착륙을 불가능하게 만들 수 있으며, 전선에 얼어붙으면 무게를 지탱하지 못한 채 절단돼 정전이나 전화 불통 등의 피해를 일으키기도 한다.

블랙아이스는 겨울철 기온이 낮은 새벽, 아침 출근 시간대(오전6~8시)에 그늘지거나 지열(地熱)이 없어 주변보다 도로의 표면온도가 낮은 터널 출입구, 교량 위 도로, 야산 주변 그늘진 커브길, 안개가 자주 끼는 해안도로 등에서 자주 발생한다. 이런 곳을 지날 때에는 육안으로 관찰하 보일지라도 도로가 얼어 있을 수 있으니 규정 속도보다 20~50% 이상 감속운행을 하고, 평소보다 2~3배 이상의 안전거리를 확보하는



등 차가 미끄러질 것에 대비해 운전을 해야 사고를 미연에 방지할 수 있다.

자동차가 빠르게 달리는 고속도로에서는 블랙아이스로 인한 사고가 연쇄 추돌로 이어지는 대형사고의 발생 가능성이 크기 때문에 이러한 위험을 예방하는 것이 무엇보다 중요하겠다. 이에 기상청에서는 위험을 대비하는 데 도움을 주고자 전국 주요 고속도로를 대상으로 '고속도로 기상지수'를 기상청 홈페이지를 통해 제공하고 있다. 고속도로 운행 시 날씨(비,

바람, 결빙)로 인한 위험상황 발생 가능성을 좋음, 보통, 나쁨, 매우 나쁨의 4단계로 지수화해 연중 서비스하고 있다. 전국 고속도로 64개 나들목, 분기점 중에서 원하는 지역과 날짜, 시각을 선택하면 그 지역의 고속도로 기상지수를 볼 수 있다. 비단 블랙아이스는 자동차 운행에만 국한되는 것은 아니다. 거리에 서 보행자들이 방심하고 걷다가 자칫 엉덩방아를 찢어 허리나 골반을 다치는 낙상사고를 당할 수 있다. 따라서 눈이 오거나 눈이 쌓여있을 때는 물론이고, 비가 오거나 비온 다음 날 아침에도 기온이 영하권으로 떨어지는 날에는 미끄러움을 방지할 수 있는 기능성 신발과 편안한 복장으로 외출하는 것이 좋겠다.

겨울철 도로 위의 복병인 블랙아이스!!

평소 그 위험성과 특성을 잘 숙지하고, 운전대를 잡기 전에 먼저 기상청에서 제공하는 고속도로 기상지수 등 관련 정보를 한 번 더 챙기면 안전운전에 많은 도움이 되리라 믿는다.

사진출처: www.google.co.kr, 스피드메이트

신화를 찾아가는 인문학여행 / 그린란드 10편

The Road



by 박종수(전 수원대 교수)

살아있는 것은 아름답다 _ *이누이트의 꿈*

일루리사트에서 배를 타고 40여 분을 달려가 오콰아트수트로 왔다. 바다에는 수많은 유빙들과 빙산들이 떠다니지만 세드나의 배려 덕분에인지 무사히 포구에 당도했다.

바다 쪽에서 굽이쳐 들어간 곳에 포구가 자리를 잡고 있다. 포구로 들어가기 전에 잠시 배에서 오콰아트수트 마을 전경을 바라본다. 작은 마을이지만 화사한 주택들이 마치 레고 블록을 짜 맞추어 놓은 것처럼 예쁘다. 저 안에 누가 살고 있을지, 지금 가면 모두 볼수 있을지, 여러 가지 궁금증이 생긴다.





포구는 바다를 끼고돌아 U자형으로 움푹 들어간 곳에 있다. 포구에 당도하니 언덕에서 개들 몇 마리가 환영을 하는 듯 짖어댄다. 아마 썰매개들을 방목하고 있는 건지 모르겠다는 생각이 든다. 아무튼 나를 이곳까지 데려온 선주는 내 짐을 가지고 호텔로 안내를 한다. 포구에서 작은 언덕 위에 있는 호텔로 짐을 가져다주고 그는 사라졌다. 드디어 이제부터 이곳에서 나 혼자 모든 것을 해결해야 한다. 호텔에는 아무도 없다. 나 혼자다.



호텔은 개인주택 건물처럼 지었는데 1층에 방이 2개, 이층에도 방이 두 개가 있다. 여름에는 이 방들이 모두 손님들로 차겠지. 건물을 둘러보고 잠시 커피를 마시며 마을을 내려다본다. 이 호텔 건물이 마을 중심 언덕 부근에 위치한 덕분에 창문을 통해 내려다보면 마을이 잘 보인다.

바람도 잦아들어 테라스로 나가 마을을 천천히 둘러본다. 마을은 평온해 보인다. 문득 사람이 전혀 눈에 띄지 않는 게 이상하게 느껴진다. 하기사 이렇게 추운데 마을을 서성이며 돌아다닐 사람이 어디 있을까 싶다. 바람 때문인지 겉옷을 안 입고 나갔더니 너무 추워 금방 집안으로 들어와야 했다.



그런데 문득 침실 한편에 놓여있는 그림이 눈에 들어온다. 아직 그림은 미완성인데 큰 나무 가지에 대롱대롱 매달아 놓은 듯이 그려놓은 고래가 인상적이다. 그리고 아래쪽에 스케치를 해놓은 것도 보인다. 나뭇가지에 올라앉아 졸고 있는 고양이와 작은 연못에 연필로 그려놓은 물고기 두 마리도 눈에 띄인다.

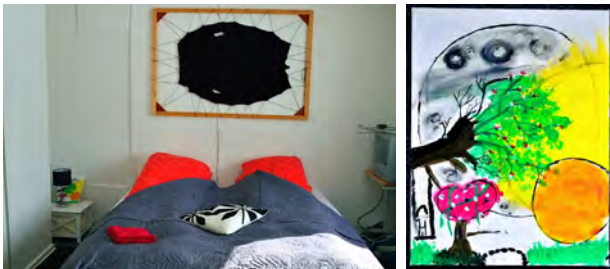
이런 것들은 모두 그린란드에서 볼수 없는 것들인데라는 생각에 호기심이 발동한다. 어쩌면 이게 이 누이트들의 작은 소망이 아닐까라는 생각이 들었다. 그림솜씨를 가늠해 보니 어린아이가 그렸을 것 같다는 생각이 들면서도 고양이와 물고기 그림 스케치가 제법 사실적인 느낌이 들어 어른이 곁에서 도와주지 않았을까라는 생각도 하게 된다.



4월 중순의 그린란드 날씨는 영하 15~20 정도라 대부분의 식물이 자라기에는 부적당하다. 우측 사진은 방금 배를 타고 와 내린 포구인데 또다시 거의 얼어붙은 상태를 보여준다.

아무튼 추운 그린란드에서 아무리 남쪽 지방에 산다고 하더라도 연못에 물고기를 기르는 게 거의 불가능하다. 다 얼어버릴 테니까 말이다. 그리고 나뭇가지 위에 앉아 햇볕을 즐기며 졸고 있을 고양이는 그린란드 어디에서도 볼 수가 없다. 더욱이 그린란드에는 나무가 전혀 자라지 않지 않은가? 그린란드 최남단 부락에 인공 조림한 숲이 축구장 2개 넓이만큼 조성해 놓았다는 기사는 본 적이 있지만 일반적으로 나무가 자라는 곳을 볼수가 없다.

그런데 나뭇가지에 걸려있는 고래라니! 어쩌면 이 고래그림이 가장 현실적인, 이누이트적인 꿈이라는 생각이 들었다. 고래를, 그것도 일각고래를 잡아오는 날이면 온 마을이 함께 축제를 벌인다. 귀한 일각고래이니 그럴 만도 하겠다. 더구나 일각고래는 세드나의 전령이라는 의미도 지니고 있기에 이누이트들에게는 더없이 일각고래를 소중하고 신성한 동물로 여기고 있다.



침실 중앙에 걸린 검은색의 액자는 물개가죽을 표구한 것이다. TV는 위성안테나 없이 수신불가라 품으로 갔다 놓은 건지... 여하튼 이 그림 속 대상들은 모두 그린란드 이외의 지역에서 보았거나 책에서 보고 상상으로 그렸을 가능성이 높다. 어쩌면 이 집 주인장이 자기 아이를 데리고 코펜하겐 티볼리 공원에서 해마다 6월 21일에 열리는 그린란드 자치 선포일 행사에 참석하고 그곳 경치를 그림으로 남겼을지도 모른다는 생각이 들었다.(*그린란드 자치 선포일 이후부터 그린란드는 덴마크 국기가 아니라 그린란드 국기를 사용한다.)

그런데 그림 속 대상들 모두 생명이 있는 것들이고 우리 주변에서는 쉽게 보는 것들이 아닌가? 너무 흔하게 보는 것들이라 우리는 잊고 지내는 것들이 아들에게는 꿈이라니 세상은 그렇게 상대적인가 보다. 모두가 꿈에 얼어붙어있는 그린란드 어딘가에는 분명 그림 속 장면처럼 작은 생명이 꿈틀대고 있을 거란 생각이 든다. 동토의 땅 그린란드가 우리에게 주는 교훈일지 모른다고 생각하니 잠시 가슴 한편이 뜨거워져 온다.

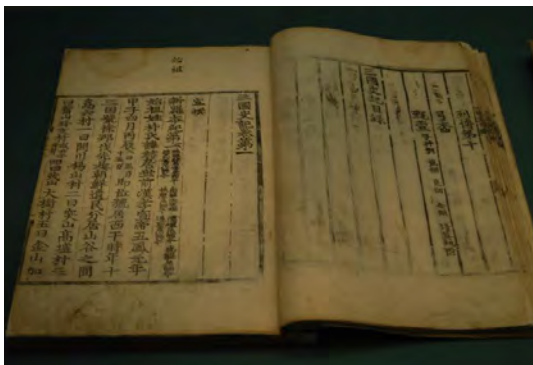
프로이드는 꿈의 해석(Die Traumdeutung)이란 책에서, 꿈은 우리들이 정상적인 일상생활에서 충족시키지 못한 욕구를 충족시키기 위해 일어나는 것이라고 했다. 그렇기에 꿈은 이루어지지 않아도 좋다. 꿈은 그 자체만으로도 존재가치가 있다. 그래서 꿈이 없는 인간은 사이보그일 수밖에 없는 것이 아닌가? 잠시 이 그림을 보며 이누이트의 꿈을 연상하게 된 나는 내 꿈의 모습은 지금 무엇을 그리고 있는지 궁금해졌다. 🇩🇰



삼국시대, 길의 시작을 열다

길의 역사 5편

덕흥리 고분 벽화에 보이는 수레



삼국사기에 5세기 당시 길에 대한 기록이 적혀있다.

우역제도(郵驛制度), 길의 시작

정치적 군사적 요구에 따라 발달한 도로를 제도적으로 체계화한 것이 우역제이다. 원래 우역이란 교통 통신을 위한 제도로써, 주요 지점에 역을 설치하고 우역 및 종사원을 배치하여 중앙과 지방 사이의 명령 전달 및 육운을 담당한 것이었다. 따라서 당시 우역제도는 전국을 망라한 도로망이기도 했다. 삼국시대의 우역에 대한 기록은 5세기말 신라에서 나타나고 있다.



쌍영총(거마행렬도)



고구려 고분 벽화(수레바퀴의 신)

5세기, 길의 ‘기록’

우리나라 우역제(또는 역참제(驛站制))는 삼국사기 ‘신라본기’ 소지마립간 9년(487) 3월조에 “처음으로 사방에 우역을 설치하고 소사에 명하여 관도를 수리하게 했다(始置四方郵驛 命所司修理官道)”고 기록돼 있다.

그 뒤의 기록으로는 신라 문무왕(文武王) 8년(668)에 왕이 당(唐)의 고구려원정을 돕기 위해 출정했다가 “환국길에 올라 육돌역(褥突驛)에 행차했다”는 기록이 구체적으로 나와있다. 삼국사기 ‘지리지’의 고구려 기록에는 “압록 이북의 이미 항복한 성이 열하나인 바 그중 하나가 국내성이요, 평양에서 그곳까지는 17역이라 하였으니”고 하였는데 당시 여러 역의 수가 설치 돼 있는 것을 엿볼 수 있다. 이밖에 위의 기록 말미에 “발해(渤海)의 남해·압록·부여·책성의 4부는 모두 고구려의 옛 땅인데 신라 천정군(泉井郡)으로부터 책성부(柵城府)에 이르기까지에는 무릇 39역이라”하여 역의 수를 엿볼 수 있다.

이렇듯 5세기 후반에 설치되기 시작한 우역은 이후 조선시대까지 우리나라 도로교통 및 통신제도의 골격을 이뤘다. 특히 고려 성종 2년(983)에는 역의 규모에 따라 공수전(公須田)·관전(館田) 등 역전(驛田)이 지급되면서 그 경제적 기반이 마련되기도 했다.

역참(驛站)은 고대에서 전근대까지 동아시아에 있었던 교통 시설 중 하나이다. 나라에 필요한 문서·물자를 운송하는 기점, 그리고 관리들에게 말을 빌려주는 역할을 하였다.

이보다 앞서 놀지마립간 22년(438) “백성에게 우거 이용방법을 가르쳤다(敎民牛車之法)”고 기록된 바 5세기 들어 한반도의 도로는 상당 수준 정비됐으며, 교통수단도 어느 정도 발달한 것으로 짐작할 수 있다. 이 시대 우거의 규모를 자세히 알 수는 없으나 고구려 고분벽화를 통해 그 형태만은 확인할 수 있다. 쌍영총 벽화엔 두 바퀴가 달린 수레를 소가 끌고 있고, 덕흥리 고분 벽화에도 소가 끄는 수레와 말을 탄 사람이 나타난다.

이러한 역들이 주로 중국에 가까운 신라의 변경 이북 지방에 설치되었던 점을 생각할 때, 이것이 주로 중국과의 교통로로 쓰인 것으로 생각된다. 이와 같은 삼국시대의 역제는 통일신라로 이어져, 통일 후 정치 제도의 개편과 함께 우역사무(郵驛事務)를 전담하는 기관으로 경도역(京都驛)을 설치하기에 이르렀다. 곧, 경덕왕(景德王)(재위 742~765)은 경도역의 관리를 대사(大舍) 2인에게 맡겼는데, 그들의 벼슬은 소속관원으로는 사지(舍知)에서 나마(奈麻)까지의 관등을 가진 대사(大舍) 2인과 사(史) 2인을 두었다.

그러나 이 기록만으로는 당시 도로망이라든지 교통제도 등을 정확히 추정할 수는 없다. 하지만 수도를 중심으로 사방에 우역을 설치했으며, 우역을 관할하던 부서가 있었고, 관도라고 하는 도로망이 구분돼 있었다는 점 등은 알 수 있다. 당시의 관도는 지금의 간선도로를 의미하는 것으로 짐작된다.

위 기록들에서 도로망에 대한 구체적 파악은 되지 않지만, 신라가 통일을 전후하여 확대된 영토에의 육상교통의 원활을 기하기 위해 점점 기구를 확장해 간 것을 알 수 있다. 그 뒤, 신라의 역제는 후삼국시대에 이르러 역호(驛戶)가 정해지는 등 제도로서의 내용이 갖추어지고 있으나, 고려사회에 이르러, 비로소 그 정비를 보게 되었고, 도로망(道路網)도 개선되어 갔다. 

(다음 호에 계속) 통일신라시대의 길 - 길의 역사 6편

참고자료

- 도로백서, 건설교통부(현 국토교통부), 2003

그·날·의·도·로

1984년 12월 15일

그날, 돌산대교가 개통되었다



1984년 12월 15일, 전남 여수시와 돌산섬을 잇는 돌산대교가 개통되었다. 돌산대교는 길이 450m, 폭 11.7m(왕복 2차로), 높이 62m의 사장교이며, 거북선대교와 함께 돌산도와 여수반도를 연결하는 대표적인 교량이다. 당시 설계는 영국기업이 수행했고, 시공은 대림산업이 맡았다. 진도대교와 일종의 쌍둥이 교량으로 동일한 시기에 동일한 설계사에 의해서 설계되었다. 돌산대교는 조류가 세지 않은 내해에 설치된 교량으로 기초는 공기케이슨을 이용하여 시공되었다. 이런 이유에서 지상에 기초를 설치한 진도대교에 비하여 준공이 늦어졌다. 돌산대교의 건설로 여수를 배로 건너다녀야 했던 돌산도 주민들의 교통망이 편리해졌으며, 돌산도의 농산물(특히 갯)이 전국으로 출하되는데 있어서 큰 역할을 담당하게 되었다.

(참고자료: 국가기록원, 한국민족문화대백과사전)



1999년 12월 23일

그날, 청담대교가 개통되었다.

1999년 12월 23일, 서울특별시 광진구 자양동과 강남구 청담동 사이의 한강을 남북으로 관통하는 동부간선도로상의 다리인 청담대교가 개통되었다. 청담대교는 길이 1,211m, 폭 27m(왕복 2차로)의 박스거더교이며, 서울 남북을 연결하는 대표적인 교량이다. 당시 설계와 시공은 각각 동부건설과 동부엔지니어링이 맡았다. 교량의 아래층은 서울지하철 7호선 철도, 교량 위층은 일반 자동차가 통행하는 구조로 한국 최초의 복층 교량으로 건설되었다. 위층 자동차 교량의 남단에서는 분당수서간도시고속화도로와 바로 연결되고 북단에서는 강변북로가 접속된다. 이 다리가 개통되면서 동부간선도로·서부간선도로·내부순환로·강변북로·올림픽대로 등 1단계 도시고속도로망 구축사업이 완료되었으며, 과거 극심한 교통체증을 빚었던 올림픽대로의 수서와 김포 사이를 오가는 교통량이 강변북로 등으로 분산됨으로써 올림픽대로 접속부의 교통 여건이 많이 개선되었다.

(참고자료: 서울특별시)



강구조 기술혁신의 선두주자

대영스틸산업(주)

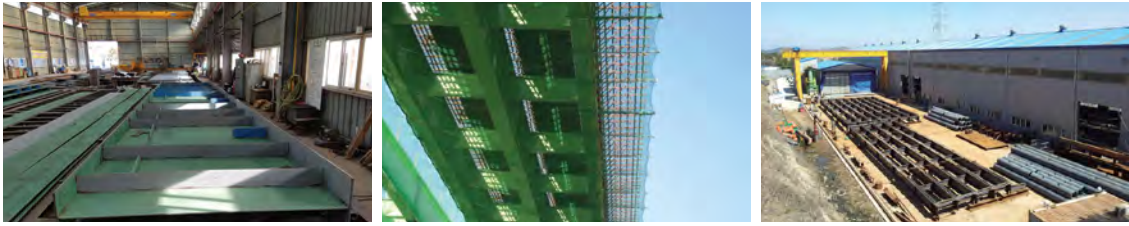
복합파설거더(CPB) 공법을 활용한 차세대 강합성 교량 선보여

기업정보 및 소개	
사업영역	강구조(차도교, 경관 보도육교) 설계 및 시공
위치(본사)	전남 장성군 동화면 연산로 149
위치(연구소)	경기도 안양시 동안구 별말로 123, A동 2005호(관양동, 평촌스마트베이)
Tel / Fax	061-393-8660(본사), 070-4164-8051(연구소)
홈페이지	http://desi.kr

대영스틸산업(주), 강교 혁신을 위한 노력

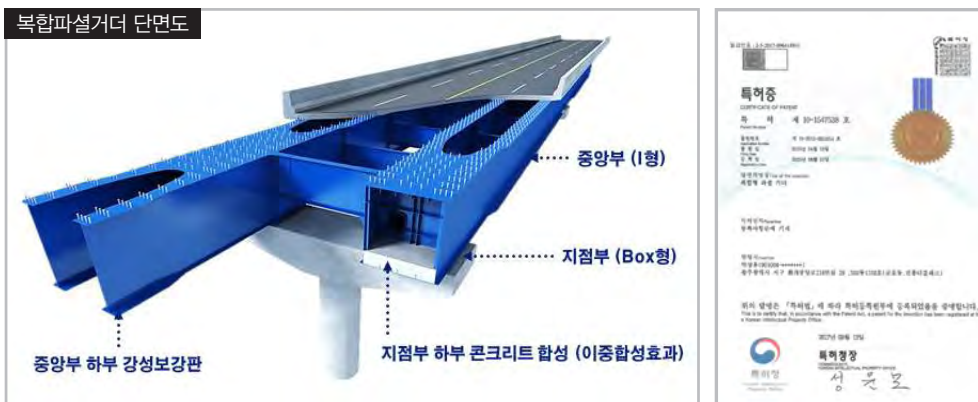
대영스틸산업은 2008년에 창립한 이후 중앙정부, 지자체, 한국도로공사, 건설사 등 발주처의 성원과 격려에 힘입어 차도교, 보도육교, 경관조형물, 특수구조물 등 설계, 제작, 시공하여 고객 맞춤형 원스톱 서비스를 실현하고 있다. 특히 대영스틸산업은 우수한 석·박사 기술진을 보유하고 있으며, 전남 장성군에 위치한 4,000평 규모의 공장시설에서는 연간 10,000톤 규모의 강교 생산능력을 갖추고 있다.

연혁	
2008년 12월	· (주)대영스틸 법인 설립(광주광역시 안창동)
2009년 10월	· 장성공장 준공(12,252㎡)
2012년 9월	· I형 콘크리트 충전거더 특허 등록
2013년 1월	· 다목적 복층교량 특허 등록
2014년 8월	· 시공오차 보정이 가능한 강재절감형 자전거 및 보행보량의 시공방법 특허등록
2014년 11월	· U-PC 합성거더 및 이를 이용한 거더교의 시공방법 특허등록
2014년 11월	· 프리스트레스 거더 제작 방법 및 이를 이용한 시공방법 특허등록
2016년 5월	· 기술평가 우수기업(NICE 평가정보)
2017년 3월	· 국토교통기술사업화지원사업 선정(강재량 절감형 복합파설거더)



주요기술 (특허10-1547538호)

복합파설거더(Complex Partial Box Girder)는 중앙부에 휨 강성이 우수한 I-GIRDER를 적용하고, 지점부에는 비틀림 강성이 우수한 상자형 BOX 거더를 활용하여 지점부 하부플랜지에 콘크리트를 합성단면을 적용하여 구조적 강성은 증대시키고 강재량은 절감시킨 복합거더 교량공법이다.



복합파설거더(CPB) 공법

강합성 거더는 경간장 60m이하로 활용되고 있으나 이는 경제성면에서 비효율적이다. 원자재 강재 가격 상승 등으로 콘크리트 교량기술에 자리를 빼앗기고 있는 실정으로, PF 거더 및 PSC교량도 현재 50m 적용이 가능한 상태로 60~100m급 강합성거더 교량개발이 필요한 실정이다.





본 기술인 복합파설거더 공법은 신개념의 복합거더 형식 교량으로 60m급 장경간 실현이 가능한 공법이
며, 효율적인 단면구성으로 경제성도 기존 강박스거더 및 콘크리트 교량을 대체할 수 있는 차세대 강합
성 교량이다.

복합파설거더 주요 특징

장경간 구현 우수	인장부, 압축부, 교변구간에 가장 효율적 단면 배치 구성 정모멘트 구간에는 I형 거더에 인장보강판 적용 부모멘트 구간 하부플랜지내 콘크리트 합성 단면 적용
경제성 우수	최적 단면을 적용하여 강재량 20% 절감 단면을 구성하는 부재수가 적어 단순한 구조로 제작성 우수 거더별 강재중량이 작아 가설장비 및 공사비 저렴
선형 대응성 우수	지점부에 BOX 단면 구성으로 곡선교 적용성 우수
미적 구조	I-GIRDER 구성으로 개방감 구성 및 지점부 변단면 처리로 미적효과 외부 색채 도장처리로 다양한 색채 구성 가능

국내 교량의 경우 50m 이하에서 PSC거더와 Preflex거더 등 다양한 복합구조 형식이 적용되고 있으며,
60m급 이하의 교량에서는 STEEL BOX 교량이 주로 활용되고 있다. 60m급 이상의 지간장에는 특수공
법을 활용한 PSC BOX교나 TRUSS 및 ARCH교, PCT공법 등과 같은 특수교량 구조들이 활용되고 있는
실정이다.





이러한 국내 교량 현실에 비추어 60~100m급 적용 가능한 신개념의 교량형식이 필요한 실정으로 본 복합파설거더 공법은 문제점을 충족 개선한 공법이다. 복합파설거더는 60m 이상 경간장이 가능하도록 개발된 신기술공법으로 차도교에서 STEEL BOX교가 유리한 장점인 직선·곡선등 비틀림이 우수한 STEEL BOX교와 중앙부 휨강성이 우수한 PLATE GIRDER교의 장점을 활용한 복합거더 형식의 신개념 공법이다.

기존 기술대비 비교

구분		복합파설거더	Steel Box거더	PSC BOX거더	PCT거더
경제성 우수	경간장	60~100m	40~60m	40~70m	50~100m
	형고 (70M)	2.8M	3.2M	3.4M	3.2M
경제성		200~260만원/㎡	280~300만원/㎡	270~300만원/㎡	290~310만원/㎡
미관성		우수(색채)	우수(색채)	보통(둔탁)	우수(개방감)
시공성		우수(공장제작)	우수(공장제작)	어려움(현장시공)	복잡(현장시공)
적용성		중,장경간용	소,중경간용	중,장경간용	중,장경간용
환경성		우수 (강재재활용)	우수(강재재활용)	나쁨(재활용 불)	보통(강재만)

복합파설거더 공법은 I+BOX+I 단면구조 강합성 교량의 효율적인 배치로 구성되어 있어 장경간 실현이 가능하며, 강재량이 20% 절감되어 경제성이 우수하다. 기존에 60M급 이하로 시공되어진 STEEL BOX 거더교의 대체가 가능한 공법구조이며, 차도교 시장 적용 시 원가를 획기적으로 절감시킬 수 있다. 특히 80M급 교량을 설치할 때 1,037톤의 강재가 사용되는데, 이는 일반적인 교량보다 약 550톤의 강재량을 절감할 수 있다. 또한 공법 특성상 거더 형고를 1/24~27로 설계할 수 있어 공사비를 절감할 수 있다.



복합파설거더 유지관리

복합파설거더 공법 구조는 정모멘트부가 Plate Girder 단면구성으로 강거더 하부가 개방되어 있다. 이로 인해 바닥판슬래브 균열 점검 및 상부교량 점검시 교량점검차를 활용하면 손쉽게 조사가 가능한 공법형식이다.

주요시설 및 장비

대영스틸산업은 자사가 직접 공장을 운영 중이며, 매년 약 7,000톤의 강교를 자체 생산하고 있다. 

대지면적	제작공장	가조립장	도장 공장	생산능력
12,253㎡	3,817㎡	1,600㎡	쇼트설비, 도장설비 (20m*35m)	약 7,000톤

최고의 반사성능 제품으로
안전한 도로환경을 만드는 기업

한국에이버리(유)



**AVERY
DENNISON**

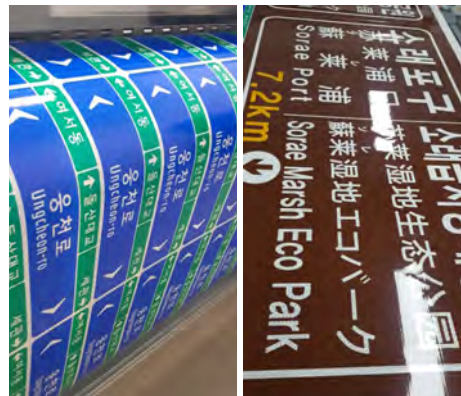
Inspired Brands.
Intelligent World.™

한국에이버리(유)는 라벨 전문 기업인 AVERY DENNISON의 한국 지사이며, 국내 라벨 시장에서 높은 점유율을 자랑한다.

한국에이버리의 사업군은 LGM(라벨&패키징, 그래픽, 반사솔루션), RBIS(소매/브랜드 정보 서비스), IHM(밴시브 메디컬 테크놀로지, 기능성테이프)로 나뉘며, LGM 중에서 도로교통에 적용되는 분야인 반사솔루션 사업부에 대하여 소개하고자 한다. 특히 이번에 교통표지를 제작하는 획기적인 방법인 "TrafficJet Printing Solution"이 상용화되었기 때문에 이 기술에 대해 자세히 알아보았다.



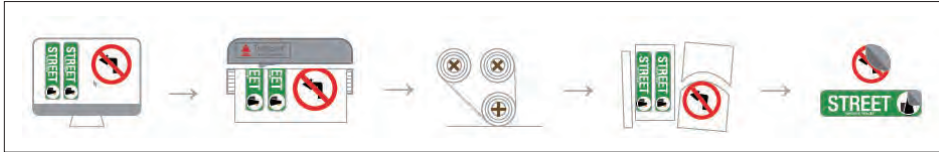
Avery Dennison의 TrafficJet Printing solution은 2014년부터 지금까지 전 세계에서 약 400대 이상 판매되어 교통표지 제작으로 사용되고 있다. 제작업체 및 발주업체에 많은 장점을 가져다 주고 있으며 지속적으로 호평을 받고 있다.



기존에는 고휘도반사지에 백색 초고휘도반사지를 재단하여 표지를 제작했다. 제작사에서 모든 색상의 반사지를 구비해야 했고 글자 커팅 후 수작업으로 글자를 떼어 내야 했는데, 재단 후 남는 반사지에 대한 폐기물 문제가 있기 때문에 적지 않은 불편함이 있었다.



하지만 TrafficJet Printing system을 사용하면 초고휘도 백색 반사지 위에 프린터로 색상을 출력하여 그대로 붙이면 되므로 재고관리, 인건비 및 폐기물 염려가 한번에 사라진다.



또한 교통표지의 경우에는 KS A 3507 규격에 따라 색도, 반사성능, 휘도율 및 내구성에 대한 엄격한 관리가 필요하다.

주) 국토교통부의 <도로표지 제작, 설치 및 관리지침> 제 10조에 따르면, “실크 스크린 인쇄나 디지털 출력 방식 또는 투명색상필름 부착 방식의 경우에는 바탕면에 초고휘도 성능 이상의 반사지를 사용하여 제작한다”라고 명시되어 있다.

Avery Dennison에서는 초고휘도 반사지에 인쇄 후 투명 오버레이 필름을 라미네이팅한 제품에 대하여 최대 12년까지 그 품질을 보증한다. 단, 검정색 잉크만 사용하는 경우에는 투명 오버레이 필름 없이 3년까지 내구성을 보장한다.

이미 내구성에 대해서는 국내 · 외 Calcoast Report등의 모든 내구성 테스트를 마친 상황이다. 이것이 가능해진 이유는 다른 프린터와 달리 Spot color를 사용하기 때문이다. Avery Dennison은 교통표지에 사용되는 Yellow, Blue, Green, Red, Brown에 대해서 직접 잉크를 생산하여 카트리지에서 배출되어 바로 출력되는 방식이기 때문에 색상이 바뀔 염려가 없다. 지금까지 CMYK 방식으로 잉크가 혼합해서 색상을 구현하는 것이 아니라는 점이 가장 큰 장점이다.

또한 교통표지 제작 시 제한된 반사지 색상으로 인하여 다양한 색상의 표지를 제작하는데 한계가 있었다. 하지만 Avery Dennison의 TrafficJet Printing system은 Cyan, Magenta잉크와 6가지 Spot color를 혼합하여 Full Color를 표현할 수 있는 장점까지 가지고 있어 표지 디자인이 한결 수월해지는 효과도 있다.



〈TrafficJet printer의 8 잉크슬롯에 사용되는 카트리지 배열 예시〉

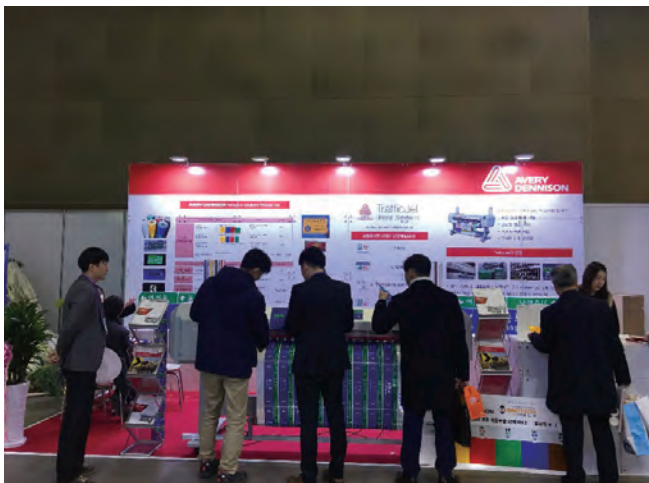
아울러 지금까지 재단 방식으로 표지를 제작할 때에는 정교한 그림이나 작은 글자를 삽입할 수 없다는 한계가 있었다. 하지만 인쇄방식으로 표지를 제작하면 다양한 그림이나 작은 표식 조차도 삽입이 가능하여 독창적인 표지 제작도 가능해진다.



가장 중요한 것이 프린트에 대한 구매 비용인데, 상대적으로 투자비용이 낮은 것도 큰 이점이라고 할 수 있다. 그리고 에이버리데니스는 미국 본사 엔지니어가 직접 설치하고 철저한 교육까지 진행하기 때문에 안심하고 사용할 수 있다.

한국에이버리에서는 지난 9월 국제도로교통박람회에 출전하여 다양한 수요층에 프린터 및 출력 모습을 직접 확인할 수 있는 기회를 가졌다. 이를 바탕으로 국내에도 다양한 판로를 확보하고 있으며, 많은 문의와 반응을 얻고 있다.

문의) T. 02-3406-6200, E. reflective.orders@averydennison.com



AVERY DENNISON 회사소개

Avery Dennison은 1935년 설립되어, 라벨 업계에 70년 이상의 업력을 가지고 있다. 특히 반사솔루션의 경우, 1970년부터 현재까지 40여 년 동안 재귀반사지를 전 세계에 생산 및 판매하고 있으며, 전 세계에 소개된 모든 유형의 재귀반사지 라인업을 가지고 있다. 그만큼 품질력은 업계에서 이미 인정받은 상태다. 이러한 품질력을 바탕으로 자신있게 출시한 TrafficJet Printing System으로 국내시장에서 더욱 굳건히 입지를 다질 수 있기를 기대해본다.



본 사 미국 California Glandale

연 매출 연 매출: US\$ 61억 (2016년 기준, 한화 약 7조)

지원현황 50여 개국에 2만 5천여 명의 임직원 근무 중 Fortune지 선정 500대 기업

한국에이버리 연혁

- 1992 한국에이버리(유) 설립
- 1993 안양배송센터 설립
- 1994 충주공장 가동
- 1999 대구 배송센터 및 부산사무소 설립
- 2001 충주 R&D 연구소 설립
- 2013 서울 안양사무소 통합 및 안양으로 이전
- 2017 현재 창립 25주년

AVERY DENNISON 반사솔루션 연혁

- 1970 Bead타입의 기능성 등급(Engineering Grade, KS A 3507:2010 type I에 해당) 재귀반사시트 상용화
- 1975 Prism타입 재귀반사시트 개발 착수
- 2000 Prism타입 고휘도반사시트(T-6500, KS A 3507:2010 type IV)및 초고휘도반사시트(T-7500, KS A 3507: 2010 type VIII) 상용화
- 2006 광각초고휘도 반사시트(T-9500, KS A 3507:2010 type IX에 해당) 상용화
- 2009 초고휘도반사시트(광각성, T-11500, KS A 3507:2010 type XI에 해당) 상용화
- 2014 TrafficJet Printing Solution 상용화

반사솔루션 제품군



		Avery Dennison 제품명	유형	내구성
Traffic (교통안전 표지용)	고휘도 재귀반사시트	T-6500 HIP Series	KS A 3507: 2010 유형 IV	10년
	초고휘도 재귀반사시트	T-7500 MVP Series	KS A 3507: 2010 유형 VIII	10년
	광각 초고휘도 재귀반사시트	T-11500 OmniCube™ Series	KS A 3507: 2010 유형 XI	12년
	투명 오버레이필름	OL-2000 Series	바탕 재귀반사시트에 준 함	바탕 재귀반사 시트에 준함

	Avery Dennison 제품명	Specification	색상	내구성
후부반사판용	V-6700	자동차성능기준(韓), ECE-104(유럽)	백색, 황색, 적색, 백/적색	8년
후부반사띠용	V-5720	DOT-C2(美)	백색, 황색, 적색, 백/적색	10년
공사구간표지용	Workzone Series (W-7500)	KS A 3507:2010, ASTM D-4956,	백색, 형광황색, 형광황녹색, 형광주황색	제품별 상이
자동차번호판용	L-3050 (Glass Beaded) L-3060(Prismatic)	전 세계 요청 따라 제작가능	백색, 황색 등	제품별 상이

법령정보 소식

도로분야 제·개정 법령, 행정규칙(훈령·예규·고시),
입법 및 행정예고 등의 정보를 전해드립니다.
보다 자세한 사항은 국토교통부 홈페이지(www.molit.go.kr)의
정보마당을 참고하시기 바랍니다.



법령(법, 시행령, 시행규칙) 정보

유료도로법 일부개정 (2019. 11. 26)

1. 개정이유

도로관리청이 민자도로의 통행료 인하 등을 위하여 선투자할 수 있는 법적 기반을 마련함으로써 민자도로의 통행료 인하를 촉진하고 국민들의 부담을 경감하기 위하여, 유료도로의 관리운영권이 소멸된 이후에도 도로관리청이 유료도로관리권을 설정하여 통행료를 징수할 수 있도록 하여 통행료 인하 등 공익적 목적으로 투입된 비용을 회수할 수 있는 근거를 마련하고, 유료도로관리청이 통행료 수납기간을 연장할 수 있도록 하려는 것임.

2. 주요내용

- ④ 도로관리청은 민자도로의 관리운영권이 소멸되는 경우에도 해당 도로의 통행료 인하 등 공익적 목적으로 투입된 비용을 회수하기 위하여 제10조제1항에 따른 유료도로관리권을 설정하고 해당 도로의 이용자로부터 통행료를 징수하게 할 수 있다.
제16조제3항 및 제4항을 각각 제4항 및 제5항으로 하고, 같은 조에 제3항을 다음과 같이 신설하며, 같은 조 제4항(중전의 제3항)에 단서를 다음과 같이 신설한다.
- ③ 유료도로관리청은 해당 도로의 통행료 인하 등 공익적 목적으로 투입된 비용을 회수하기 위하여 통행료 수납기간을 연장할 수 있다.
다만, 제4조제4항에 따라 유료도로관리권을 설정하여 통행료를 징수하는 경우에는 통행료의 총액이 건설유지비 총액(유료도로관리권 설정 이후 발생한 비용에 한정한다)과 해당 유료도로의 통행료 인하 등 공익적 목적으로 투입된 비용을 합산한 금액을 초과할 수 없다.

평택~부여~익산(서부내륙)고속도로 민간투자사업 실시계획 승인 고시 (2019. 12. 6)

1. 개정이유

사회기반시설에 대한 민간투자법」 제15조, 「도로법」 제25조 및 제28조 및 제40조 및 제 45조, 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제22조, 「토지이용규제 기본법」 제8조의 규정에 의하여 「평택~부여~익산(서부내륙) 고속도로 민간투자사업」 실시계획을 승인하고 다음과 같이 고시함

2. 주요내용

① 사업의 명칭 : 평택~부여~익산(서부내륙) 고속도로 민간투자사업

② 사업의 개요

- 노선명 : 고속국도 제17호(익산~평택선), 제173호(익산~평택선의 지선)
- 위치 : 전라북도 익산시 왕궁면 구덕리~경기도 평택시 포승읍 내기리, 안중읍 삼정리
- 연장 : 137.7km
- 차로수 : 왕복4~6차로
- 사업비 : 21,628억원 (보상비 제외, 2013년 9월 불변가격 기준)
- 공사기간 : 착공일로부터 각 단계별 60개월(1단계 : 부여~평택, 2단계 : 익산~부여)

③ 사업시행자 및 출자자

- 사업시행자 : 서부내륙고속도로주식회사
- 사업관리 및 용지보상 관련 업무 : 국토교통부 대전지방국토관리청
- 출자자(18개사) 및 지분율

계	(가칭)서부내륙 사모특별자산투자신탁	(주)포스코건설	(주)대우건설	롯데건설(주)
18개사 지분율 (100%)	50.0%	14.7%	4.9%	4.9%
	(주)시티건설	대보건설(주)	활림건설(주)	(주)도원이엔씨
	3.675(%)	2.940(%)	2.450(%)	2.450(%)
	코오롱글로벌(주)	흥우건설(주)	동신건설(주)	동원건설산업(주)
	2.205(%)	1.960(%)	1.960(%)	1.470(%)
	(주)대명건설	(주)태왕이엔씨	새천년종합건설(주)	한일개발(주)
	1.470(%)	1.470(%)	1.225(%)	0.980(%)
	(주)성보종합건설	(주)포스코아이씨티		
	0.245(%)	1.000(%)		

※ 향후 금융약정 결과에 따라 출자자명 및 출자지분은 변동될 수 있음

도로소식 브리핑

앞으로 도로소식 브리핑은 연재하지 않습니다.

이메일 뉴스레터(KROAD NEWSs) 서비스에서 확인하시기 바랍니다.

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

■ 개요

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

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

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



■ 뉴스레터 발송 주기

· (월 1 ~ 2회) 매월 둘째 주, 넷째 주 발송

■ 뉴스레터 보는 방법

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



국내 최대 규모 도로교통 산업 교류의 장 ‘2019 국제도로교통박람회’ 성황리에 폐막



Intro

대한민국 도로교통 산업의 최신 혁신제품 및 신기술을 한자리에서 만나 볼 수 있는 ‘2019 국제도로교통박람회’가 지난 9월 25일부터 27일까지 킨텍스 제1전시장에서 개최되었다.

2005년 제1회 대회를 시작으로 격년마다 개최되어 온 국제도로교통박람회는 도로건설 및 유지관리, 도로시설 및 교통표지, 지능형교통체계시스템(ITS), 친환경교통, 도로포장, 주차시스템 등 도로산업을 대표하는 전시회다. 본 박람회는 지난 7회 동안 약 700개 기관·기업이 참가하고 8만여 명의 관람객이 방문하는 성과를 이뤄내며 도로교통산업 활성화를 위해 지속적으로 성장하고 자리매김 해왔다.

특히, 2019 국제도로교통박람회는 ‘제5회 대한민국 안전산업박람회’와 ‘2019 기상기후산업박람회’, ‘2019 건



설안전박람회'가 동시 개최되어 전국 지자체 공무원, 민자도로 관계자, 공사공단 관계자 등 참관객과 다양한 바이어를 상호 공유하여 참가업체의 만족도를 한층 높였다고 평가받고 있다.

다양한 분야의 신기술, 신제품 대거 선보여

금년 박람회는 그 어느 해 보다도 다양한 분야의 기업들이 참가해 최신 트렌드를 반영한 신제품과 신기술을 대거 선보였다. 특히, 인공지능(AI), 빅데이터 등 4차 산업과 관련된 기술들이 접목된 교차로 솔루션과 구조물 균열분석 소프트웨어, 스마트톨링시스템, 스마트하이웨이 등 차세대 기술과 제품들이 대거 전시되었다. 또한, 태양열, 광섬유, LED 등을 활용한 도로표지, 안전시설, 횡단보도 등 친환경 고효율의 도로안전 제품들도 전시 돼 참관객의 눈길을 끌었다.

또한 한국도로협회에서 운영 중인 도로교통협의회에서 '도로관리기관 공동관' 전시부스를 구성하여 지방자치단체 도로관리 공무원도 참가하는 등 참가업체와의 네트워킹을 도모하였다.

한편, 한국도로공사 전시부스에서는 '50주년 홍보영상', '도공 기술발전사', '아시안 하이웨이', '해외사업 및



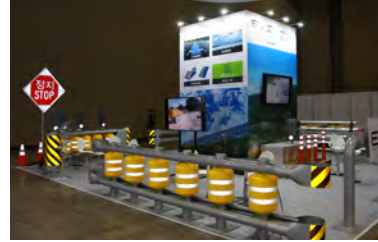


교류현황'을 전시하였으며, '4D VR 교통사고 가상체험', '추락, 협착 등 가상현실 중대재해 체험관' 등 공사가 보유한 최신기술들을 시연할 수 있는 자리를 마련하여 참관객들의 뜨거운 관심을 받았다.

이 외에도 금년 전시회에는 차선도색장비, 도로유지관리 관측장비, 기상관측장비, 도로표지용 반사필름, 친환경 도로포장재, 제설제 등 도로교통 전 분야의 다양한 제품들이 전시되어 박람회에 참가한 관계자의 이해를 높였다.

해외 바이어 초청 수출상담회 개최

국내 기업들의 해외 진출을 지원하기 위한 수출상담회도 성공적으로 이뤄졌다. 특히 필리핀, 태국, 아제르바이잔, 인도네시아, 중국, 몽골 등 해외 바이어 업체를 초청해 진행된 수출상담회는 약 665억 원의 계약 상담이 진행되어 참가업체의 많은 관심을 불러일으켰다. 또한 동시 개최된 대한민국 안전산업박람회의 바이어와 상호 교류하여 1,400여 명의 해외참관객이 참가업체 부스를 방문하고 다양한 상담이 진행되었다.

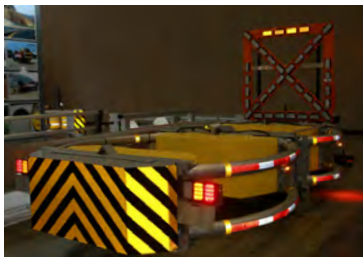


다양한 연관행사 동시 개최

박람회 기간 중에는 다양한 세미나도 동시에 개최되어 행사의 시너지 효과를 높였다.

박람회 첫째 날인 9월 25일에는 한국도로기술사회와 도로교통협의회, 도로설계전문위원회가 공동으로 주최한 ‘건설환경 변화에 대응한 도로정책 방향과 기술자의 역할’과 국토연구원이 주관하는 ‘친환경차 시대의 교통 투자재원 파급영향 및 대응방안’ 세미나 2건이 개최되어 최근 변화하는 도로교통분야 환경변화에 대한 전문가들의 토론이 펼쳐졌다. 9월 26일에는 국토교통부가 주최하고 한국도로협회, 한국교통안전공단이 주관하는 ‘도로안전 향상 방안 세미나’도 개최되어 교통안전 5030정책과 드론을 활용한 스마트 도로관리방안 등 최근 추진되고 있는 정책에 대한 주제발표가 이뤄졌다.

이 외에도 ‘건설신기술 세미나’, ‘안전관리 선진화’, ‘4차 산업기술’ 등 동시개최 박람회 기간 중 세미나 및 기술설명회가 진행되어 건설산업발전 및 이슈사항에 대해 토론하고 다양한 방안을 모색하는 자리를 가졌다.





2년 뒤를 기대하며

도로는 국토의 혈맥으로서 국가 산업발전의 선도적 역할을 담당해 왔으며, 본격적으로 도로를 건설해온지 반세기가 흘렀다. 대한민국 고속도로, 국도, 지방도 등 도로 총 연장은 약 11만km로 철도의 10배가 넘는다.(국가통계포털) 그동안 도로가 대한민국의 발전을 이룬 큰 국가산업으로 자리매김해왔다는 것이 수치를 통해 증명된다. 또한 현재 도로 관련 종사자만 해도 최소 20만 명 이상인 것으로 추정하고 있으며, 중앙정부의 도로건설 및 유지관리 예산만 매년 5조원 이상 집행되고 있다. (통계청 및 국토교통부 예산 참고)

도로는 공공재산이며, 그 관리주체는 국가이다. 따라서 도로교통 관련 국내 업체들은 국가를 상대로 다양한 방법을 통해 공공재를 조달한다. 하지만 업체들의 기술경쟁력 및 네트워크 확보를 위해 국내·외 홍보 및 마케팅비를 상당히 많이 지출하고 있기 때문에 인력확보 및 R&D투자에 큰 걸림돌이 되고 있다. 또한 국내 도로시장 포화에 따라 해외 진출을 돌파구로 여기고 있는 국내기업들이 많다.

한국도로협회에서는 도로산업의 활성화를 도모하고 관계자의 교류를 위한 목적으로 지난 2005년부터 격년





으로 국제도로교통박람회를 개최해왔다. 본 박람회에 참가한 업체 및 관계기관들은 본 박람회를 통해 기술 교류 및 네트워킹 활성화를 도모하고 있다.

협회에서는 금년 박람회의 미흡한 점을 되새기고 발전시켜 2년 후 '2021 국제도로교통박람회'가 더욱 빛날 수 있는 행사가 될 수 있도록 최선을 다하겠다. 도로교통산업 종사자 여러분의 많은 관심 부탁드립니다.

문의) 한국도로협회 경영지원실

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

제26회 PIARC 아부다비 세계도로대회 참가

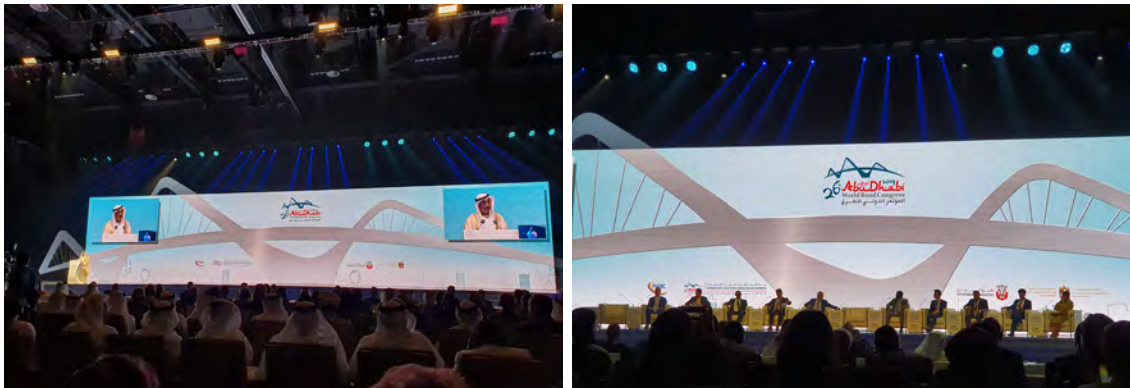


도로교통분야 국제행사로는 최대 규모인 세계도로대회가 UAE 아부다비 ADNEC에서 지난 10월 6일부터 10일까지 5일간 개최되었다.

행사는 전 세계 120개국 40개국 장·차관 및 주요관료 등 5,000여명 회원이 참석하였으며, 우리나라는 PIARC 한국위원장인 국토교통부 대도시권광역교통위원회 최기주 위원장을 비롯하여 국토교통부, 한국도로공사, 한국도로협회 관계자 등 21명의 대표단을 구성하여 국제교류 활동을 펼쳤다.

세계도로대회는 PIARC(세계도로협회, World Road Association) 주관으로 1908년부터 4년마다 개최되는 도로교통 분야에서 가장 권위 있는 국제행사로서 세계 도로교통 관련 기관, 정책결정자들이 기술분과위원회 운영 성과 및 도로교통분야 최신 기술·정책 공유를 목적으로 하는 학술행사이다. 특히 PIARC 내 우리나라의 입지를 강화하고 우리나라 도로정책 및 기술을 홍보한다는 데 큰 의미가 있다.

아부다비 수석대표인 교통부 장관 개회사 및 PIARC 회장 환영사로 시작된 개회식은 PIARC 사무총장의 프로그램 안내, PIARC 2019 논문 시상식 및 장관세션 프로그램 안내 순서로 진행되었다. 연이어 진행된 장관세션은 '미래세대를 위한 도로정책의 진화(Evolution of Road Policies for Future Generations)'라는 주제로 미래교통 네트워크, 인공지능, 토지이용계획 등 3그룹으로 나뉘어 토론이 진행되었다. 대한민국의 최기주 위원



장은 ‘미래교통 네트워크’ 그룹에 참여하여 ‘서울시 지하 고속도로와 급행철도 건설 계획’과 ‘5030 교통안전 캠페인 정책’ 등 교통혼잡 완화방안 및 교통안전에 대해 이야기 나눴다.

대회 기간 중에는 미국 연방도로청(FHWA) 정책실장, 독일 교통부 도로 부국장, 파라과이 공공사업부 차관, 미얀마 건설부 차관, 니카라과 건설부 차관 등 해외 주요국 고위급 양자면담을 추진하였다. 특히 미국과는 연방도로청, MPO, RTA 등 지하 고속도로 전문가를 국내에 초청하는 세미나를 제안하였으며, 독일과는 남북통일 주제로 한-독 협력회의를 내년 상반기에 개최하고 MOU를 체결하는 등 양자 협력회의를 정례화 할 것을 제안하였다. 파라과이는 국도 6호선, 9호선 도로개량 및 유지보수 감리사업 및 도로기술연구소 등 프로젝트에 적극 관심을 표명하였다. 미얀마 및 니카라과와는 양곤시 도시고속화도로 투자사업과 도시부 고속화도로 등 인프라 건설 투자 및 사업 추진방식에 대해 논의하였다.

대회 기간 중에는 전략주제(5개), 스페셜 프로젝트(5개), 특별세션(13개), 워크숍(13개) 등 총 58개 세션에서 200여 편의 논문발표가 진행되었다. 우리나라에서는 인프라보존, 도로의 경제개발 기여, 미안항공시스템, 구조물 취성파괴, 중앙 및 지방정부간 협력, 도로망 운영, 동계도로, 화물교통, 자산관리, 포장 등 31개의 세션에 참가하여 국내 연구 현황을 발표하고 토론하는 시간을 가졌다. 세션에 대한 개요 및 자세한 사항은 한국도로협회 홈페이지 게시판을 참고하면 된다.

동시에 진행된 기술시찰에서는 탄소배출, 쓰레기, 자동차 제로를 목표로 설계된 아부다비 인근 마스다르 시티(Marsdar City) 일대를 시찰하였다. 시티 내에서는 모든 내연기관 자동차의 출입이 불가하고 자율주행 전기차가





도시 지하의 정해진 통로를 운행하고 있었다. 참고로 도시 에너지를 100% 신재생에너지로 조달하기 위해 태양열, 풍력 등 에너지원별 계획을 수립하여 계획했다고 한다. 기술시찰에서는 직접 자율주행차를 시승할 수 있었다. 한편, 행사장 내 전시장에서는 80개의 기업 및 국가 전시관이 설치되어 각국의 도로교통 정책 및 기술, 유관 기관 소개 등 볼거리가 제공되었다. 5일간 열린 전시장에는 한국관 구성을 비롯하여 UAE, 프랑스, 스페인, 이탈리아, 독일 등 해외 기업 및 공공기관이 자국의 정책과 기술, 문화 콘텐츠가 전시되었다. 전시관을 들어서면 국가관 구역 중앙 앞쪽에 위치한 한국의 전통기와집 형상의 '한국관'이 가장 먼저 눈에 띄었다. 한국관은 한국의 우수한 도로교통정책과 이를 바탕으로 이룩한 경제발전 과정을 의미있게 나타냈는데, 국내 도로건설 및 유지관리 등 우수기술을 홍보하였고 해외진출에 관심이 많은 협회 회원사 홍보 패널도 구성하였다. 아울러 한국도로공사 초장대교량사업단에서 개발한 VR 및 AR 등 직접 체험할 수 있도록 최첨단 기술도 선보여 해외 참관객의 많은 관심을 불러일으켰다.

끝으로...

도로는 전 세계인들에게도 접근성과 이동성을 위한 주요 공공 자산으로 인식되고 있으며, 오늘날의 도로 산업은 새로운 수요와 기술 발전에 따른 여러 도전과제를 직면 하고 있다. 그렇기 때문에 물리적인 네트워크뿐만 아니라 사람 간의 네트워크가 끊임없이 이뤄져야 하며, 새로운 도전 과제를 해결하기 위해서는 전 세계 도로



종사자들의 지식과 헌신이 필요하다. 세계도로협회(PIARC)는 1908년 첫 세계 도로대회가 프랑스 파리에서 개최한 이후 110여 년 이상 이어오며 각국의 도로 교통 정책, 기술, 서비스 발전에 크게 기여해왔다. 또한 세계도로협회(PIARC)에 참여하고 있는 회원국은 지혜를 모아 공동 이슈 및 현안을 극복하며 국제협력을 높이 쌓아왔다. 한국도로협회에서는 4년 마다 개최되는 세계도로대회에 참가하여 도로전문가들이 한 자리에서 도로 및

도로교통 관련 지식을 공유하고 최신 정보를 습득할 수 있는 자리를 만들어왔다. 앞서 말했듯이 세계도로대회는 세계적인 도로전문가, 공공기관 및 건설업계 관계자, 장비 및 서비스 제공자 등 여러 도로 관계자들이 한데 모이는 최대 행사이다. 4년 간 연구한 결과를 확인할 수 있으며 각국의 기술들을 함께 공유하고 토론하는 자리이다. 국내 도로전문가들에게는 전 세계 도로동향과 도전과제를 파악하고 정보를 교환할 수 있는 소중한 기회이다.

도로 관계자들은 능동적으로 참여해서 회원국들과 우호와 협력을 더욱 굳건히 다질 수 있는 기회를 가지기 바란다. 국제협력 활동은 국가와의 협력뿐만 아니라 기업간의 비즈니스 관계를 돈독히 하는 계기가 될 것이다. 또한 행사에 참여하는 개개인의 입장에서 정보지식을 폭넓게 축적하는 소중한 기회가 될 것이다.

지금으로부터 4년 뒤인 2023년 체코 프라하에서 '제27회 세계도로대회'가 개최된다. 국가 간 도로정책 및 기술교류뿐만 아니라 우리 기업의 해외교류가 활발해질 수 있도록 정부, 지자체, 회원사 등 종사자 여러분의 많은 관심 부탁드립니다.



「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

- 140면 내외의 변형 B5 크기(190×260mm), 전면컬러
- 연 4회 발간(계간 3 · 6 · 9 · 12월)
- (인쇄 발행) 4,000부 발간 · 배포
- (온라인 뉴스레터) 약 12,000명 이메일 배포

매체 특징

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

배포처

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

광고 종류

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

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

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

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

지면제작

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

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