

국토이슈리포트

제 60호

2022년 4월 13일

| 발행처 | 국토연구원 www.krihs.re.kr | 발행인 | 강현수 | 주 소 | 세종특별자치시 국책연구원로 5

메가트렌드에 대응한 도로부문 정책방향

요약

■ 우리나라 도로정책은 국토 이용의 형평성과 효율성 제고에 기여하고 공공성, 에너지 전환, 안전한 삶을 위한 여건 조성을 통해 국민의 삶의 질 향상에 기여

- 대도시권 혼잡과 수도권-비수도권의 격차를 완화하기 위한 도로 건설을 통해 국토의 균형 발전과 합리적 이용에 기여
- 친환경 에너지 전환, 첨단기술 확대, 안전한 삶에 대한 요구 증대 등 최근 트렌드에 부응하기 위해 도로부문에서는 전기·수소차 인프라 확충, 지능형 교통체계의 구축, 위험구간 개량과 도로시설 안전관리 강화 등의 성과 창출

■ 국제사회에서는 탄소중립과 4차 산업혁명이 고도화되는 반면 한국은 급격한 인구감소와 저출산·고령화 등 경제·사회적 위기에 직면

- (탄소중립) 탄소중립을 지향하는 국제질서가 확립됨에 따라 주요국의 탄소중립 선언, 향후 탄소국경조정제 적용과 디젤기관차 판매금지 등 국제사회 전반에 고강도의 탄소배출량 감축 이행의무 확산
- (4차 산업혁명) 인공지능과 사물인터넷 보급 등 4차 산업혁명 고도화로 조성된 기술적 기반에 의해 자율주행 기술의 본격적 상용화가 추진될 전망
- (한국의 인구구조 변화) 급격한 저출산, 고령화, 인구 및 생산인구 감소 등 인구구조 변화는 경제·사회적 위기를 초래할 수 있으므로, 이에 적응하기 위한 광역거점 중심 지역 간 연계 협력 강화, 소멸위기지역에 대한 인프라 서비스 제공 등의 전략 필요

■ 탄소중립 이행과 4차 산업혁명의 메가트렌드, 한국 사회의 인구구조 변화 위기에 대응하기 위한 도로정책 성과 및 기본 방향 제시

- 탄소중립 이행 실천을 위한 도로물류 수송체계의 탄소배출 저감방안 등 전략 제시
- 급격한 인구감소, 저출산·고령화 등 경제·사회적 위기에 대응하기 위한 수도권-비수도권 격차를 완화하고 균형적 발전에 기여할 수 있는 정책방향과 도로 입체화 방안 등 제시
- 자율주행 고도화에 필요한 지능형 교통체계로서 도로자산 데이터 구축과 활용방안 제시
- 국민의 삶의 질 향상과 안전한 삶을 위한 여건 조성 등 사회적 가치를 실현하는 도로정책 방향 제시

김준기 도로정책연구센터장
윤서연 스마트인프라연구센터장
김호정 선임연구위원
배윤경 연구위원
박종일 부연구위원
김상록 부연구위원
임현섭 연구원
정수교 연구원

1

도로정책의 그동안 주요 성과

국가간선도로망 확충을 통한 국토 이용의 형평성 및 효율성 제고

📍 고속도로 건설을 통해 비수도권 및 소멸위험지역에서는 국토 이용의 형평성을 제고하고 대도시권에서는 혼잡 완화에 기여

- 동홍천-양양고속도로(2017), 옥산-오창고속도로(2018) 준공에 이어 제천-영월고속도로(2021) 건설이 추진되며 비수도권과 소멸위험지역에 대한 격차 감소 및 국토 이용의 형평성 제고에 기여
- 부산외곽순환(2018), 서부간선 지하도로(2021) 준공 및 공용 개시, 광명-서울(2019), 계양-강화(2021), 금천-화순(2022) 고속도로 사업 추진(국토교통부 2022)으로 대도시권 혼잡 완화 효과
- 국토 전체적으로는 국가간선도로망의 지속적인 확충으로 인해 지역 간 평균 이동시간¹⁾이 45% 단축되고, 이동시간 편차²⁾가 44% 개선(국토교통부 2021a)

도로서비스 이용의 안전성 및 공공성 향상을 통한 국민의 삶의 질 향상 및 사회통합

📍 도로 위험구간 시설을 개량하면서 교통사고 사망자가 지속적으로 감소하고 있으며, 민자도로의 요금 인하와 재정 고속도로의 통행료 감면·면제로 지역 및 계층 간 사회통합에 기여

- 교통사고 사망자는 지속적으로 줄어들고 있으며, 2019년에는 3천 명대 초반까지 감소³⁾하였고 특히 고속도로와 일반국도에서 사망자⁴⁾가 크게 감소
- 국토교통부(2018a)는 ‘동일 서비스 동일 요금’을 목표로 민자고속도로 사업재구조화·자금재조달 등을 통해 6개 구간의 통행료를 33~52% 인하⁵⁾하고, 사회 통합을 위해 재정 고속도로 출퇴근, 장애인, 국가유공자, 전기·수소차의 고속도로 통행료 감면 및 면제를 통해 연간 3,748억 원의 통행료 혜택 제공(국토교통부 2021b)

혁신 ITS기반 자율주행 인프라 및 전기차, 수소경제 인프라 구축을 통한 4차 산업혁명 대응

📍 4차 산업혁명에 대응하기 위한 AI·IoT·빅데이터 등 혁신기술 융합 C-ITS 도입, 전기·수소차 인프라 조성

- 2027년 완전자율주행(level 4) 상용화 대비, 2025년까지 전국 주요 도로 디지털 도로망 구축을 목표로 고속도로 C-ITS 시범사업 착수, AI·IoT·빅데이터 등 최신 기술을 융합한 혁신기술 공모 등 성과 도출
- 2021년까지 수소차 충전소를 총 28기 준공하고, 이와 병행하여 고속도로에 전기차 충전소를 74기 구축함

1) 지역 간 평균 이동시간: (1970년) 307분 → (2010년) 187분 → (2015년) 178분 → (2019년) 169분(45% 단축)

2) 지역 간 이동시간 편차: (1970년) 61분 → (2010년) 39분 → (2015년) 37분 → (2019년) 34분(44% 개선)

3) 사망자수: (2009년) 5,838명 → (2015년) 4,621명 → (2019년) 3,349명 (42.6% 감소)

4) 사망자수 감소율(2009~2019): 고속도로 48%, 일반국도 68%, 지방도 49%, 시군도 10.6%, 특별광역시도 50% 감소

5) 수도권 제1순환(4,800 → 3,200원, 33% 감소), 천안논산(9,400 → 4,900원, 48% 감소), 대구부산(10,500 → 5,000원, 52% 감소)

2

메가트렌드와 한국사회의 위기

국제사회의 탄소중립 이행 합의와 실현 정책 적용

📍 국제사회의 기후변화에 대한 위기의식이 고조됨에 따라 탄소중립 이행을 위한 실질적이고 구체적인 정책이 도입, 적용되고 있음

- 지구온난화 현상이 심화되고 자연재해 빈도도 늘어나면서 기후변화의 위험성에 대한 위기의식이 고조됨에 따라 파리협정에 기반을 둔 신기후체제가 2021년 공식 출범한 가운데 바이든 대통령의 파리협정 복귀 선언, 주요국의 탄소중립 선언 등이 이어지며 국제사회의 대응도 강화되고 있음
- 탄소중립 관련 정책은 시장기반 정책인 탄소배출권 거래제, 탄소세, 탄소국경조정세와 비시장기반 정책인 직접규제, 공공투자 등으로 구분(한국은행 2021)
- 2021년 기준 전 세계 온실가스 배출량 중 17.9%가 탄소배출권 거래시장의 거래대상으로 포함되고, EU는 2023년부터 탄소국경조정세를 도입할 예정이며 2035년부터는 유럽, 미국, 중국 등 주요국에서 내연기관차 판매를 금지하는 등 탄소중립정책 고도화 추세

4차 산업혁명의 고도화와 자율주행의 상용화

📍 AI·빅데이터, IoT, 가상·증강현실 등 4차 산업혁명 고도화로 조성된 기술 발전을 통해 자율협력주행 차량(Connected Autonomous Car: CAV)의 보급이 본격화될 것으로 전망됨

- 2022년 level 3⁶⁾ 자율주행차가 출시되면서 본격적인 자율주행 시대가 개막되고, 2027년에는 level 4⁶⁾ 자율주행차가 상용화될 수 있을 것으로 전망되고 있음(국토교통부 2021c)

급격한 인구감소, 저출산·고령화와 지역소멸 위기에 대한 적응 필요성

📍 인구지진(Agequake)이 한국의 경제·사회를 뿌리째 흔드는 거대한 충격을 줄 것으로 예상되며, 지역소멸과 수도권-비수도권 격차 확대 또한 사회의 유지와 통합에 대한 위협으로 지적되고 있음

- 정부는 인구감소, 초고령사회 임박, 지역소멸의 3대 인구리스크가 2020년을 기점으로 본격화되고 있음을 진단한 바 있음(기획재정부 2021)
- 한국사회에서 급속도로 진행되고 있는 저출산은 인구 및 생산인구의 감소, 고령화에 따른 부양비의 증가와 함께 경제·사회 전반에 걸친 위기를 초래할 수 있음
- 기존의 출산율 제고정책만으로 인구구조 변화에 대응하기 어려운 상황이 지속되면서, 정부는 저출산을 주어진 현상으로 보고 광역거점 중심지역 간 연계 협력 강화, 소멸위기지역에 대한 인프라 서비스 제공을 통한 위기적응전략 등을 제시(기획재정부 2021)

6) 세계자동차공학회(SAE)는 자율주행의 단계를 level 0부터 level 5까지의 6개 단계로 구분하였는데, 단계가 높을 수록 완전한 자율주행에 가까운 자율주행에 해당함. level 3은 '조건부 자동화'로서 제한된 조건에서 자율주행이 가능하며 그 외의 상황에서는 운전자가 직접 운전하는 단계이고, level 4는 '고도 자동화'로서 특정한 구간에서 완전한 자율주행이 가능한 단계를 의미함.

3

탄소중립 이행을 위한 도로정책 방향

저탄소 도로물류 수송체계 추진

도로물류로 인한 온실가스 배출량 심각

수송부문 온실가스 배출량의 96.6%가 도로에서 발생하고 있어 도로부문의 온실가스 저감이 시급하며, 화물차는 운행 및 차량 특성상 심각한 온실가스 배출원으로 저감대책 마련 필요(온실가스종합정보센터 2020)

- 도로는 화물 수송량 중 92.6%를 처리하며, 도로화물 수송량은 연평균 4.6%씩 증가(국가교통DB센터)
- 도로에서 발생하는 온실가스 배출량 중 56.3%를 경유차가 배출하며, 전체 경유차 배출량의 46.2%를 화물차가 배출(한국교통연구원 2020)
- 영업용 화물차는 비영업용 화물차에 비해 최소 4배인 129km를 일평균 운행하며, 대형 화물차의 경우 평균적으로 400km 이상 운행(관계부처 합동 2020)
- 화물차는 대부분 경유차량(93.5%)이며 노후차량의 비율이 높음(10년 이상 비율 41.1%)(한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부 2020)
- 수송부문의 저탄소화 정책은 승용차 중심으로 전개되어 도로물류 수송부문은 상대적으로 소외되고 있으며, 도로물류부문의 정책은 수소화물차의 기술 개발과 보급 확대 등 수단부문에 집중
- 수단부문에서 수소화물차 이외의 저탄소 및 무탄소 화물차의 개발 및 실증을 지원하여 수소화물차 중심의 정책 리스크 완화 필요
- 경로부문에서 화물차 특성을 고려한 경로관리를 통해 혼잡을 완화하고, 온실가스 배출량이 적은 속도로 주행할 수 있는 거리를 증가시켜 온실가스 배출량 저감 필요

(수단부문 전략) ERS(Electric Road System, 전기도로시스템) 도입

ERS는 기술 준비도가 높고 경제성이 좋은 대안으로 평가받고 있으며 이미 독일, 영국, 스웨덴에서는 국가 차원의 실증 실험을 추진 중

- ERS는 화물차 상부 쪽에 설치된 전차선의 팬터그래프(pantograph)로 전기를 공급받아 운행하는 시스템
- 기 구축된 전력인프라를 활용하여 전기를 직접 충전하므로 효율성이 높고 배터리 크기와 무게로 인한 운행 거리 제약도 해소 가능
- 배터리 크기를 최소화하여 화물 적재량 측면에서 손해가 적고, 전기 및 수소 화물차에 비해 기술 준비도가 높음

수소화물차 개발과 별개로 ERS 기술 개발 및 실증실험 추진 필요

- ERS 도입은 수소화물차 중심의 도로정책 전환 시 예상되는 리스크를 완화하고, 경유화물차가 대부분인 도로물류부문을 수소화물차로 구조적 전환하기까지 효과적으로 대응 가능
- 경로와 수단이 동시에 개발되어야 하는 특성을 고려하여 바이모달(bi-modal) 트램, 무가선(無架線) 저상트램을 개발한 바 있는 국토교통부 R&D를 통해 추진 필요

〈그림 1〉 ERS 실증실험 사례(독일)



출처: https://newatlas.com/siemens-ehighway-of-the-future-concept/22648/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body (2022년 3월 17일 검색).

(경로부문 전략) 화물차 전용차로 운영 및 화물차 전용 IC 건설

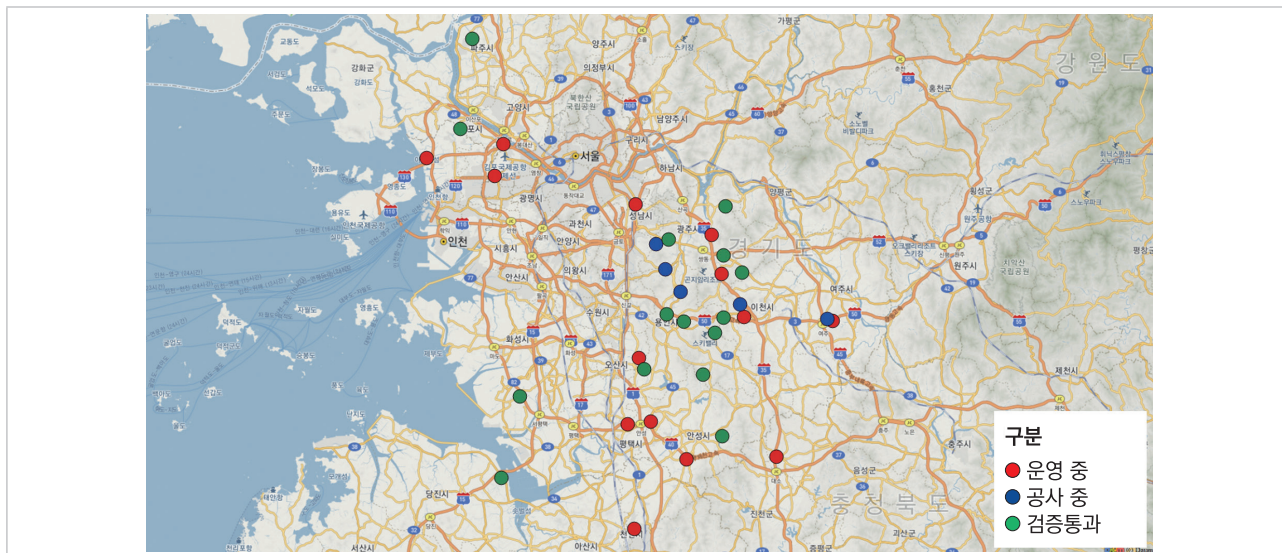
📍 도로물류부문의 온실가스 저감을 구현할 수 있는 신기술 실현 공간으로 화물차 전용차로 도입

- 전용차로 운영으로 화물차 운행속도를 60~80km/h로 유지시키면 온실가스 배출량 최소화 가능
- 화물차 전용차로는 ERS의 운행 구간, 군집주행의 실행 공간으로 적합하므로, 화물차 전용차로 설치의 계량적 기준에 국한하지 말고 최신 저탄소 기술 구현 공간으로서의 가치에도 주목할 필요
- 「도로교통법」 개정(화물차 전용차로의 설치, 전용차로의 운행 및 단속 등), 화물차 전용차로 설치 및 운영지침 제정(국토교통부 행정규칙), 고속도로 화물차 전용차로 시행 고시(경철청) 등 필요

📍 화물차 전용 IC 설치를 통해 화물차 우회거리 단축, 혼잡 완화로 온실가스 배출량 저감

- 수도권의 대규모 물류센터 및 창고 설치 급증과 함께 화물차 교통량이 증가하면서 기존 고속도로 IC의 교통정체 발생, 화물차의 도심통과에 따른 혼잡 및 사고 등 문제점 발생
- 물류시설의 위치를 고려한 화물차 전용 IC 설치를 통해 화물차의 우회거리 감소, 혼잡 완화 등으로 온실가스 배출량 저감 가능
- 화물차 전용 IC는 대형 화물차의 도시부 진입을 억제하여 혼잡 해소, 대형 교통사고 방지, 주민 만족도 제고 등 부가적인 효과도 기대

〈그림 2〉 수도권 물류단지 배치도(2021년)



출처: 박종일, 김준기, 고용석 외 2021, 144.

4

4차 산업혁명 시대의 도로정책 방향

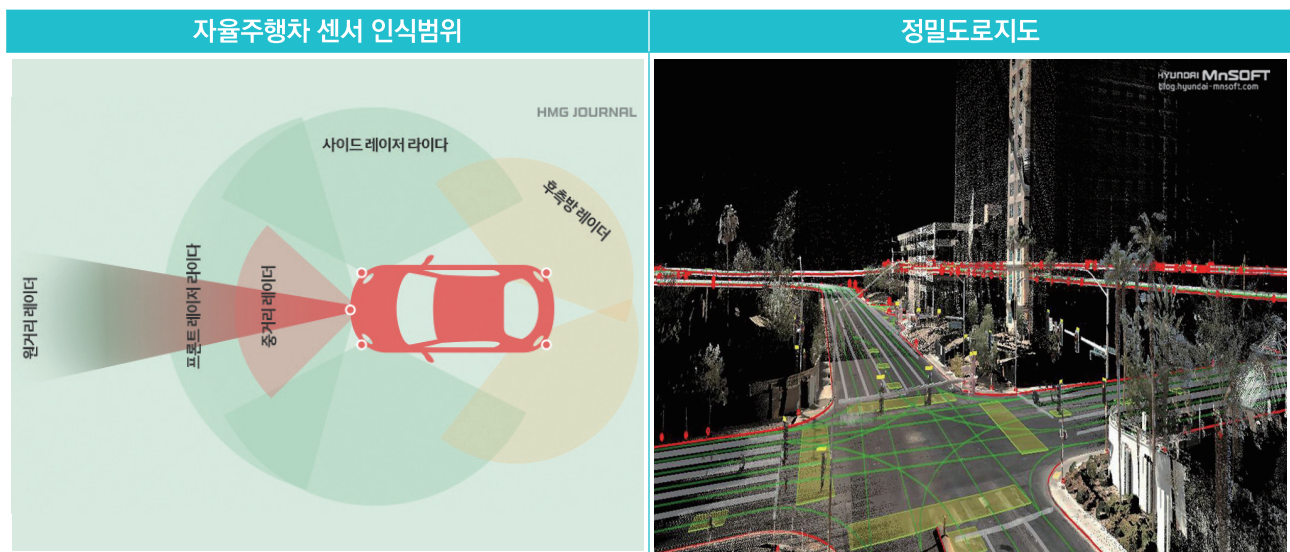
도로자산 데이터 구축 및 활용

자율주행 시대에 대응한 도로자산의 디지털 데이터화 추진 중

자율주행차량은 센서가 감지한 정보와 지도 형태로 제공된 도로상황 정보를 결합하여 주행 중 위치를 정확히 파악하고 의사결정까지 수행하는 기술로 선진국 중심으로 도로에 대한 정밀지도 구축 중

- (미국) Google, NVIDIA, Ushr 등 빅테크기업 및 스타트업이 정밀지도 구축 및 기술 개발
- (독일) BMW, Audi, Daimler 컨소시엄이 노키아로부터 지도정보서비스 부문인 HERE를 인수하여 미국, 유럽에 대한 정밀도로지도를 공동구축하고 비용 절감
- (일본) 민간(다수의 자동차 제조사, 지도제작사 포함)과 공공이 함께 투자하여 DMP(Dynamic Map Platform)를 설립하고 일본 고속도로에 대한 정밀도로지도 구축
- (국내 공공) 국토지리정보원은 2021년까지 고속국도 전 구간을 포함하여 약 6,700km에 대해 구축을 완료하였고 2022년까지 일반국도, 2030년까지 모든 도로 구축예정
- (국내 민간) 현대자동차그룹, 네이버랩스, 42Dot, 카카오모빌리티 등이 자율주행용 정밀지도 구축 및 기술 개발 중

〈그림 3〉 자율주행차 센서의 인식범위와 정밀도로지도



출처: (좌) <https://1boon.kakao.com/HMG> (2022년 2월 28일 검색)
(우) <https://blog.hyundai-mnsoft.com/1637> (2022년 2월 28일 검색).

도로자산 디지털 데이터화의 이슈

자율주행용 도로지도 구축과 도로관리 업무가 서로 통합되지 않아 최신성 유지에 큰 노력 필요

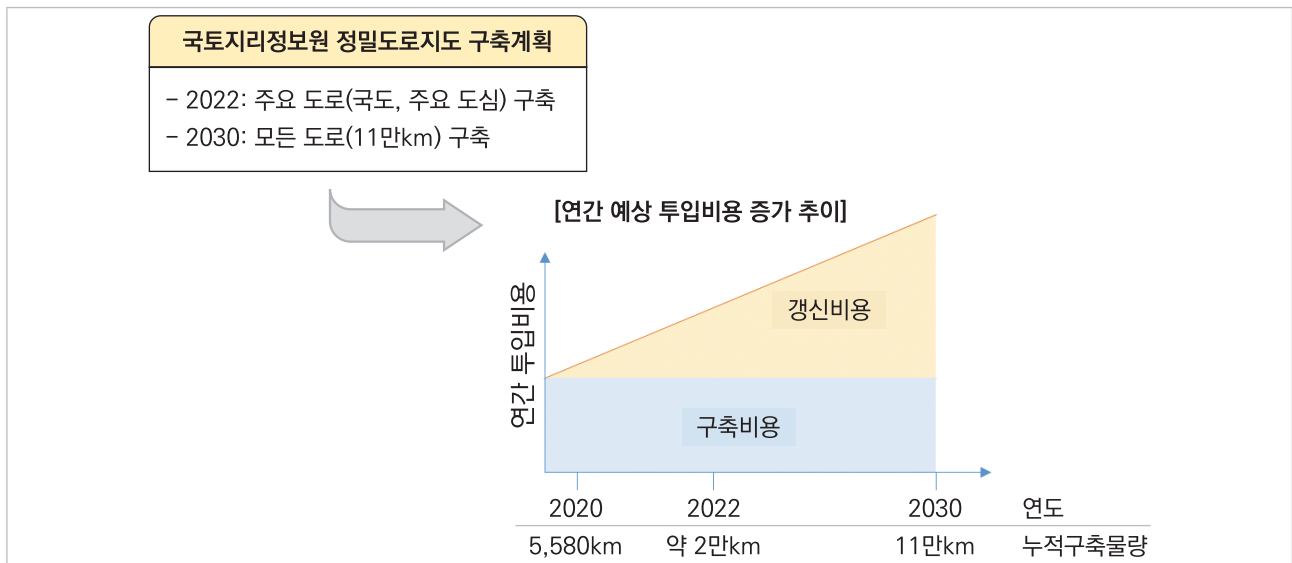
- 도로관리 주체가 발생시킨 도로의 변화(신설, 확장, 개량, 보수 등)를 자율주행용 도로지도에 반영하려면 국토지리정보원 및 각 민간사가 구축 주체별로 조사업무 수반

- 공공의 도로관리 데이터는 각 도로관리청이 서로 다른 형식으로 독립적으로 구축하고 있고 품질이 서로 달라 통합 활용이 어려우며, 향후 자율주행 시대에 요구되는 도로관리를 위해서는 개선이 필요
- 도로에 발생한 일정 규모 이상의 변경사항에 대해서는 도로관리청이 국토지리정보원에 정보를 제공하도록 되어 있으나[「자율주행자동차법」, 법률 제18348호], 향후 지자체 도로 구축을 대비한 시스템화 필요

📍 구축분 누적으로 향후 갱신비용 증가

- 정부에서 목표로 하는 2030년 전국 모든 도로에 대한 정밀도로지도 구축이 완료될 때까지 매년 일정 규모의 구축비용이 투입되어야 하며, 늘어나는 구축물량의 최신성 유지를 위해 갱신비용도 점차 증가할 전망으로 민간, 공공 모두 갱신비용 절감방안 모색 필요

〈그림 4〉 정밀도로지도 구축·갱신을 위한 연간 투입비용 증가 추이 예상



출처: 국토교통부 2020.

도로자산 데이터화 정책방향

📍 정밀도로지도 최신화 지원을 통한 민간산업 발전 및 도로관리정보 개선 도모

- 도로·교통의 변경사항을 빠르고 정확하게 지도에 반영하기 위해 해당 업무를 담당하는 공공기관(도로관리청, 경찰청 등)과 정밀도로지도 구축 주체 간 일원화된 협력체계 마련 필요
- 민간이 개발한 변화정보 탐지기술을 활용하여 공공기관이 제공한 변화정보를 보완하고, 도로 위에 발생한 돌발상황을 감지하여 데이터 갱신과 도로관리에 공동 활용할 수 있는 기반 마련
- 민간과 공공의 도로지도 최신성 유지 지원을 위해 다양한 원천의 변화정보를 통합하여 제공할 수 있는 변화 정보 플랫폼 구축

📍 데이터에 기반한 도로관리업무

- 일본 DMP는 정밀도로지도를 활용하여 제설작업자가 눈 아래 도로구조를 정확히 파악할 수 있도록 하고 미래에는 제설 자동화까지 목표로 한 도로관리업무 지원에 대한 개발 및 실증 추진
- 국내에서도 도로관리업무 전반에 사용할 수 있는 표준화된 도로데이터화 및 업무시스템 개발 필요

5

인구구조 변화 대응을 위한 광역교통 정책방향

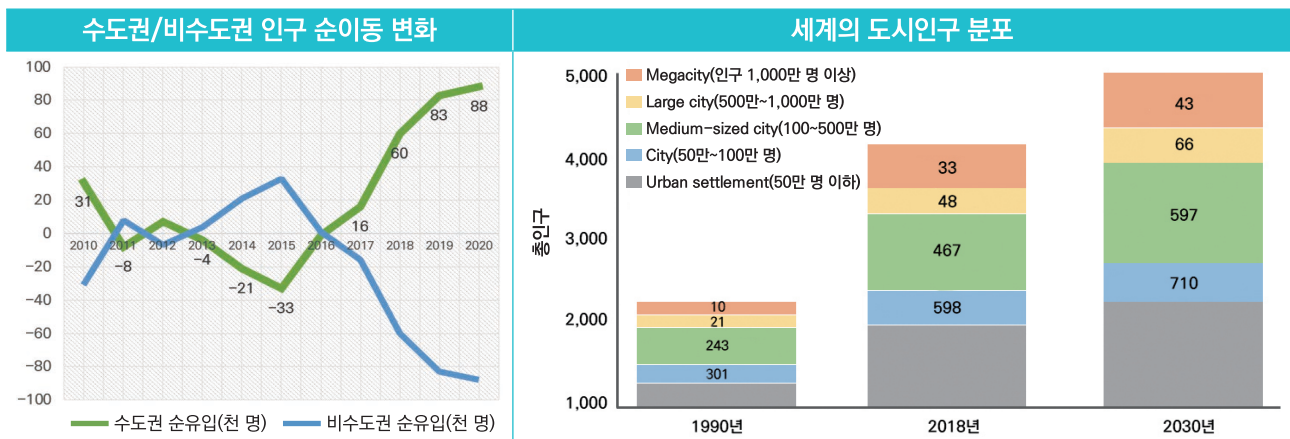
메가시티 지원을 위한 광역도로교통 연계성 강화

대도시권 인구 집중에 대응하기 위한 광역교통체계 구축

미래 산업이 수도권을 중심으로 빠르게 재편되며 대도시권의 인구집중화가 가속

- 최근 수도권으로의 인구쏠림 현상, 특히 20대가 수도권 인구유입의 78.9%를 차지하는 등(2019년 기준), 국내 현상뿐만 아니라 전 세계적 도시인구 비중 증가 추세를 볼 때 대도시 인구집중화는 전 세계적인 메가트렌드
- 우리나라도 부울경 메가시티, 대구경북 행정통합, 충청권 광역생활경제권 등 초광역권에 대한 논의가 활발하게 이루어지며, 광역-지자체 간 연대 협력을 통한 균형발전 및 지역발전을 도모

〈그림 5〉 수도권 인구집중 및 메가시티 현황



출처: (좌) 국가통계포털(KOSIS) 자료를 바탕으로 저자 작성, (우) UN 2019, 58.

국토공간 및 도시구조의 변화에 선제적으로 대응할 수 있는 유연한 광역교통체계를 구축하고, 시설 공급만으로 대응하기 어려운 혼잡문제 해소를 위해 교통축 중심의 네트워크 운영방안 필요

- 대도시권 광역화에 따라 대도시권의 통행량이 크게 증가하고, 거주공간이 광역화됨에 따라 통행거리 및 통행 시간도 크게 증가하여 광역통행의 특성을 고려한 광역교통체계가 필요
- 광역통행은 통근통학 통행이 많아 첨두시 통행집중률, 환승통행의 비중이 높은 특성을 보이고, 이와 같은 특성은 대중교통의 운영 효율성을 낮추고 첨두시간 혼잡을 가중시키는 원인이 됨

〈표 1〉 수도권 환승통행 비율

구분		일평균 대중교통 통행량(통행/일)		
		2017년	2018년	2019년
전국 기준	전체 통행(A)	15,652,926	15,994,276	14,776,582
	환승통행(B)	5,288,985	5,404,220	4,953,561
	환승통행 비율(B/A)	33.79%	33.79%	33.52%
광역 기준	전체 통행(A)	3,214,221	3,345,120	3,039,300
	환승통행(B)	1,731,310	1,799,654	1,624,792
	환승통행 비율(B/A)	53.86%	53.80%	53.46%

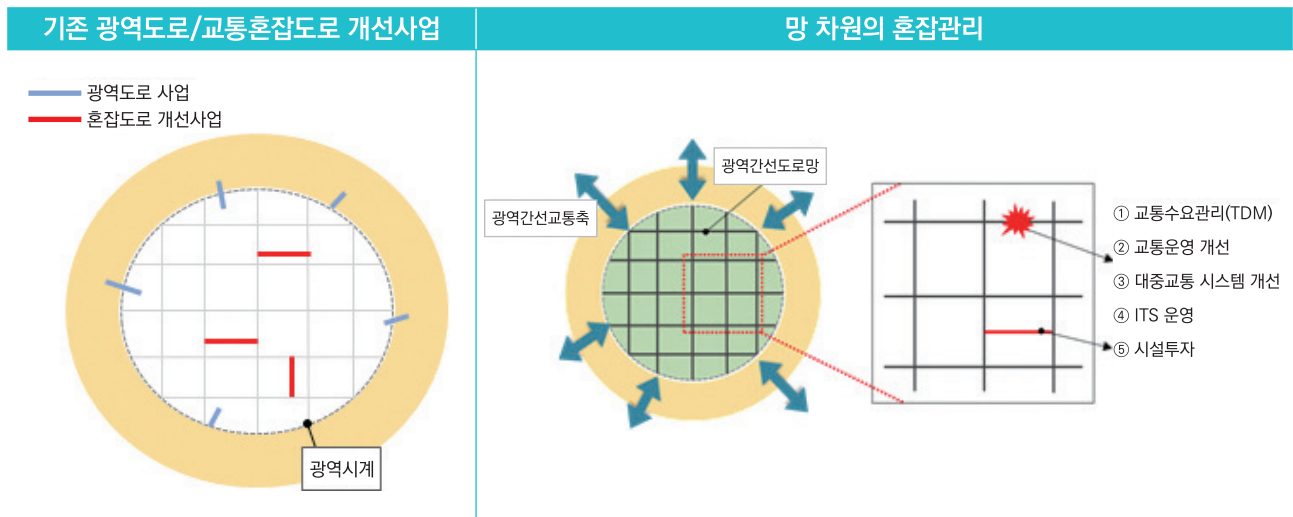
출처: 윤태관, 백정환, 홍사흠 외 2021.

망 차원의 네트워크 관리를 통한 광역도로교통의 연계성 강화

📍 광역권 확대, 신도시 건설 등 급속한 광역교통 수요 증대와 교통시설 공급 간 간극을 해소하고 대중교통 중심 교통체계로 전환하기 위한 수요응답형 모빌리티 도입 필요

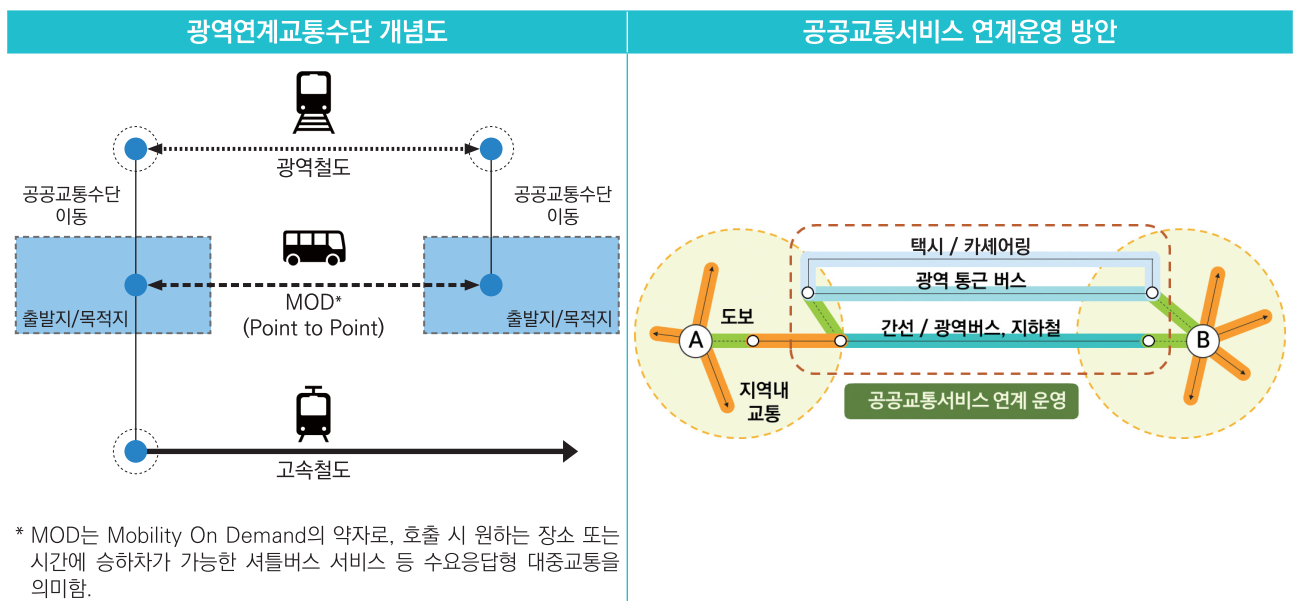
- 광역도로, 교통혼잡도로, 광역철도, 광역환승센터 등 사업들이 광역권에서 추진되고 있으나 대도시 내외부를 연결하는 망 차원의 계획체계 없이 산발적으로 추진
- 국가간선도로 - 광역도로 - 시군도를 연결하는 광역교통축을 바탕으로 광역철도, BRT 등 종합계획과의 연계를 고려한 광역간선도로망 중심의 광역교통체계 연계성 강화가 필요

〈그림 6〉 광역간선도로망



- 광역대중교통체계 구축에는 오랜 시간과 많은 비용이 소요되기 때문에 서비스 사각지대가 발생하며, 취약 지역의 이동권을 확보하기 위해서는 맞춤형 모빌리티 서비스 필요
- 기존 광역대중교통과의 연결점을 보완하고 침두시의 광역권 외부 주거지역과 내부 업무지역을 직접적으로 연결할 수 있는 수요응답형 모빌리티의 도입을 통해 빠른 서비스 공급 및 광역권의 불균형한 교통수요에 대응할 수 있는 교통정책 도입 제안

〈그림 7〉 대도시권 수요응답형 광역모빌리티 서비스 개념도



도로의 입체개발을 통한 대도시권 혼잡 완화

지하도로사업 유형별 추진 목적 및 특성

📍 지하도로 사업은 입체적 확장, 기존 도로의 지하화, 지하도로 신설의 3개 유형으로 구분될 수 있으며, 사업의 목적과 대상 지역의 여건에 부합하는 유형으로 선택되어 추진됨

- (입체적 확장) 기존 도로가 포화상태에 도달한 경우, 주변 지역의 개발이 상당히 진행되어 수평적 확장을 통한 용량 증대가 어려울 때 지상부 도로는 그대로 유지하고 지하부 도로를 신설
- (기존 도로 지하화) 기존 도로용지의 하부에 지하도로를 신설하고, 지상부의 도로는 공원, 광장, 문화시설 및 트램, BRT 등 대중교통시설로 전용하여 도심부를 재생하고자 하는 사업 유형
- (지하도로 신설) 지상부는 주거용지, 상업용지 등 도로가 아닌 다른 용도 및 시설로 이용되고 있는 구간에 대심도 지하도로를 신설하여 도심부 혼잡구간을 우회하면서도 도심에 직접 접근⁷⁾할 수 있는 간선도로를 신설하는 유형

〈표 2〉 지하도로사업 유형별 시행 전후 비교

사업 유형	입체적 확장	기존 도로 지하화	지하도로 신설
시행 전			
시행 후			

출처: 국토교통부 내부자료.

지하도로 건설 등 입체도로 개발 성과

📍 대심도 해저터널 건설 및 공용구간이 증가하고, 2022년 현재 대도시권 혼잡 완화를 목적으로 도심부 지하도로 건설사업이 다수 추진 중

- (대심도 해저터널) 북항터널(인천-김포고속도로), 보령해저터널(국도 77호선) 등 해저구간을 통과하는 대심도 터널이 주요 간선도로망에 도입
- (도심부 지하도로) 2019년 광명-서울고속도로가 착공된 바 있고, 2022년 현재 서창-김포고속도로 착공이 예정되어 있는 등 도심부 대심도를 통과하는 도로사업이 추진 중
- (지하도로 건설계획) 국토교통부(2022)는 제2차 고속도로 건설계획에서 대도시권 혼잡 완화를 위한 중점 추진사업으로 경부선 하부, 경인선 하부, 수도권 제1순환선 하부 각각에 지하고속도로 건설을 제시한 바 있고, 민간투자사업 또한 성남-서초, 성남-강남, 사상-해운대구간 등 대도시권의 혼잡을 완화하기 위한 다수의 도심 지하도로 사업을 추진

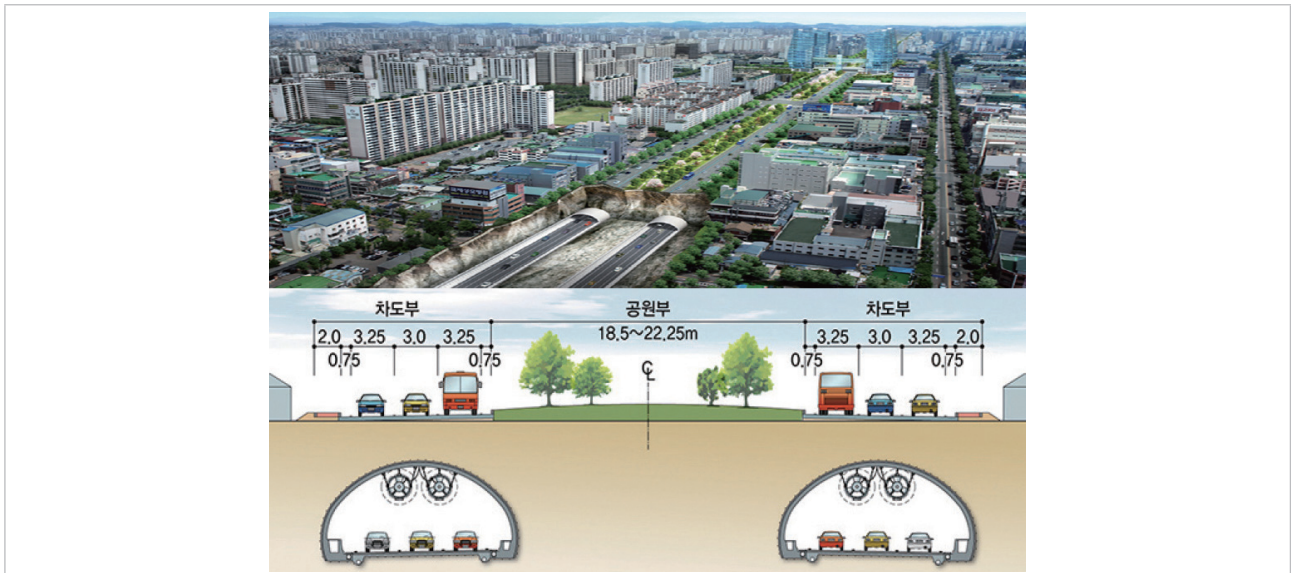
7) 지하부 간선도로와 교차하는 지상부 일반도로 사이를 연결하는 램프(IC)를 설치하여 도심 접근을 가능하게 하는 경우를 말하며, 강남순환로의 관악IC, 사당IC가 이와 같은 사례에 해당함.

대도시권 혼잡 완화 등 도로 입체화의 기대효과

📍 지하도로 건설 등 도로 입체화는 단절된 지역 간 연결, 생활권의 확장, 도심부의 재생뿐만 아니라 대도시권 혼잡 완화에 기여함

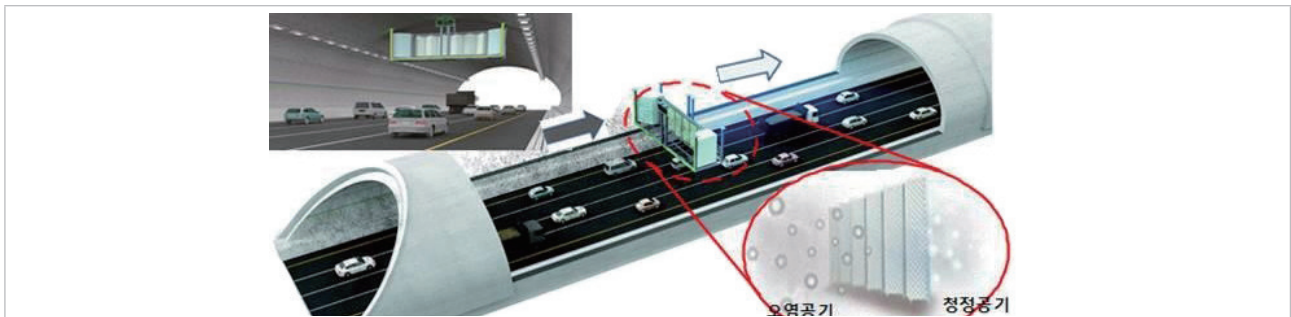
- 2017년 인천-김포고속도로 북항터널, 2021년 국도 77호선 보령-태안(보령해저터널) 구간 개통 후 우회율이 감소하여 통행시간이 최대 33~50% 절감⁸⁾되는 효과가 나타남
- 특히, 북항터널 개통의 경우 인천 남부와 김포 신도시 지역의 통근시간을 1시간 미만으로 단축하고 인천항을 비롯한 복잡한 해안선으로 단절된 두 지역을 연결하여 생활권이 확장되는 한편, 보령해저터널 또한 보령과 태안 지역의 통행시간을 크게 단축하여 단일한 생활권으로 재편되는 효과가 있음
- 경인고속도로는 남북구간(인천-서인천C)⁹⁾, 동서구간(서인천C-신월C) 각각에서 일반도로와 연계하여 원도심 재생, 입체적 확장 및 상부공간 공원화 사업이 추진 중임
- 도심도 터널은 일반적으로 공기정화시설이 설치되므로 미세먼지뿐만 아니라 일산화탄소 등 대기오염물질을 저감하여 대기환경 개선에 기여

〈그림 8〉 경인고속도로 지하화 사업



출처: 국토교통부 2016.

〈그림 9〉 터널 내 공기정화시설



출처: 한국도로공사 내부자료.

8) 인천-김포고속도로 개통 이후 송도국제도시~김포한강신도시 통행시간이 102분 → 51분으로 50% 감소, 보령해저터널 개통 이후 보령시청-안면도 통행시간이 50분 → 33분으로 33% 감소함.

9) 남북구간의 경우 남북축 간선기능을 지하도로인 인천-김포고속도로가 대체하여 인천대로 일반화 사업 추진이 가능해짐. 경인고속도로 인천-서인천IC 일반도로화 사업에 해당하며, 해당 구간은 2017년 12월 일반도로로 지정되고 '인천대로'로 명명됨.

6

사회적 가치 실현을 위한 도로정책 방향

국민의 삶의 질을 중시하는 도로사업 추진

일자리, 환경, 안전, 생활여건 등 삶의 질에 영향을 미치는 사회적 가치에 관심 증가

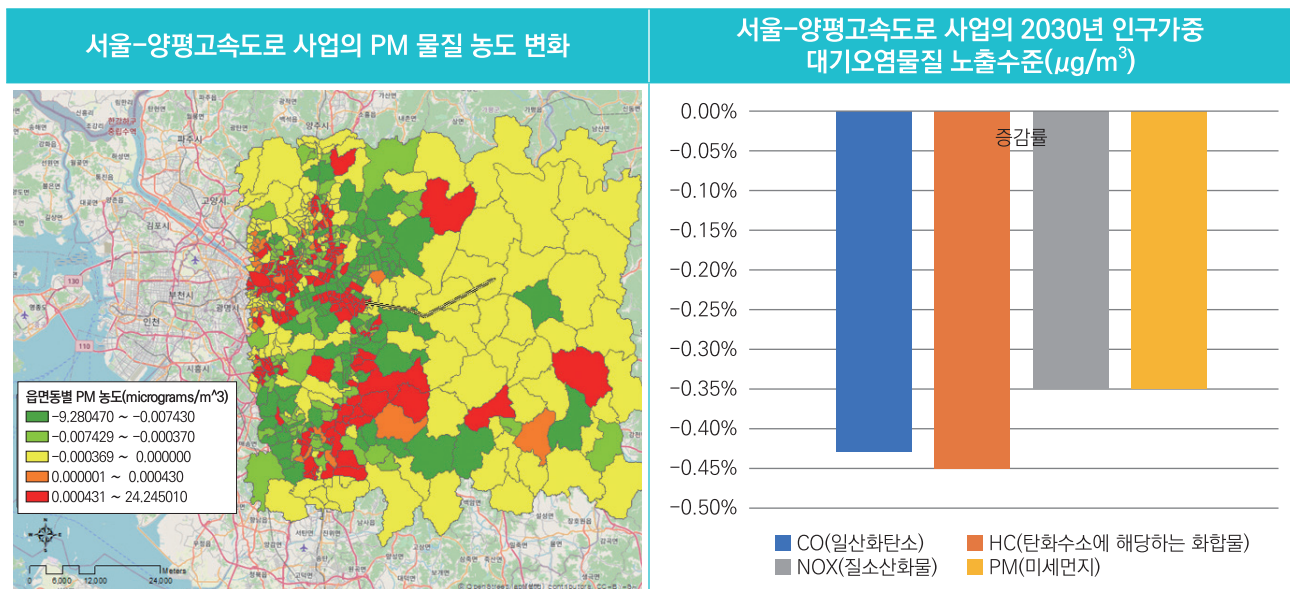
현 시대가 요구하는 정책목표에 따라 정부계획 및 재정투자의 방향이 변경되면서 초기 경제, 산업 위주에서 사회, 복지 위주의 투자로 변화되고, 균형발전, 공공, 형평, 삶의 질 등 다양한 사회적 가치 중요

[환경 및 건강] 도로사업 시행 시 대기오염 농도변화에 따른 건강비용 감소에 기반한 편익 발생

도로사업의 전반적인 오염물질로 인하여 불편익이 발생할 것으로 생각하나, 오염물질의 대기확산 행태와 인근지역의 인구분포를 고려하여 주민의 오염물질 노출수준을 고려한 건강비용 감소편익은 대기오염편익 대비 11~24% 정도 추가 편익 발생

- 경제성 분석 시 고려하는 대기오염 감소편익은 오염물질의 발생 기준으로 산정되고 있으며, 사업의 영향을 받는 인근지역 주민들은 고려하고 있지 않음
- 대기오염물질 확산에 따른 영향을 고려하여 분석한 결과, 교통소통 개선에 따라 오염물질의 저감이 발생되며, 이로 인하여 사업주변 주민들에게 미치는 건강비용 및 불편비용 편익을 산정한 결과 추가적인 편익 발생
- 미세먼지의 영향만을 분석에서 다루었으나, 추가적으로 다른 물질에 대한 건강영향도 고려 필요

〈그림 10〉 대기오염물질의 확산에 따른 주민 영향 분석



출처: (좌) 국토교통부 2021d, 432, (우) 국토교통부 2021d, 423 〈표 V-77〉의 데이터를 활용하여 저자 작성.

[주행환경] 도로주행 시 물리적, 교통상황 등의 환경뿐 아니라 편의시설 및 경관에 가치 부여

도로이용 시 빠른 이동뿐 아니라 편의성, 쾌적성 등의 가치를 부여하고, 도로의 주행쾌적과 관련해서는 물리적 설계, 주변 교통상황, 도로편의시설, 경관 등이 영향

- 주행 중 휴게소 및 졸음쉼터 설치, 경관수준 개선사업에 대해 편익이 발생하며, 그 크기는 연간 20~70억 원 수준임

〈표 3〉 도로 주행쾌적성 편익

쾌적성 요인	예시사업	연간 편익 (억 원)	쾌적성 요인	예시사업	연간 편익 (억 원)
앞뒤차량 간격	서울-양평 고속도로 건설사업	59.11	화물차량 등 중차량 비율감소	청성-동이 고속도로 확장사업	25.06
차로폭	차로폭 개량	56.10	확장에 따른 지정차로제 적용	고속도로 확장	12.95
중앙분리대폭	중앙분리대폭 개량	29.84	휴게소 및 졸음쉼터	휴게시설 배치간격 감소	22.86
길어깨폭	길어깨폭 확폭	114.47	경관수준 개선	경관수준 높은 도로	69.69

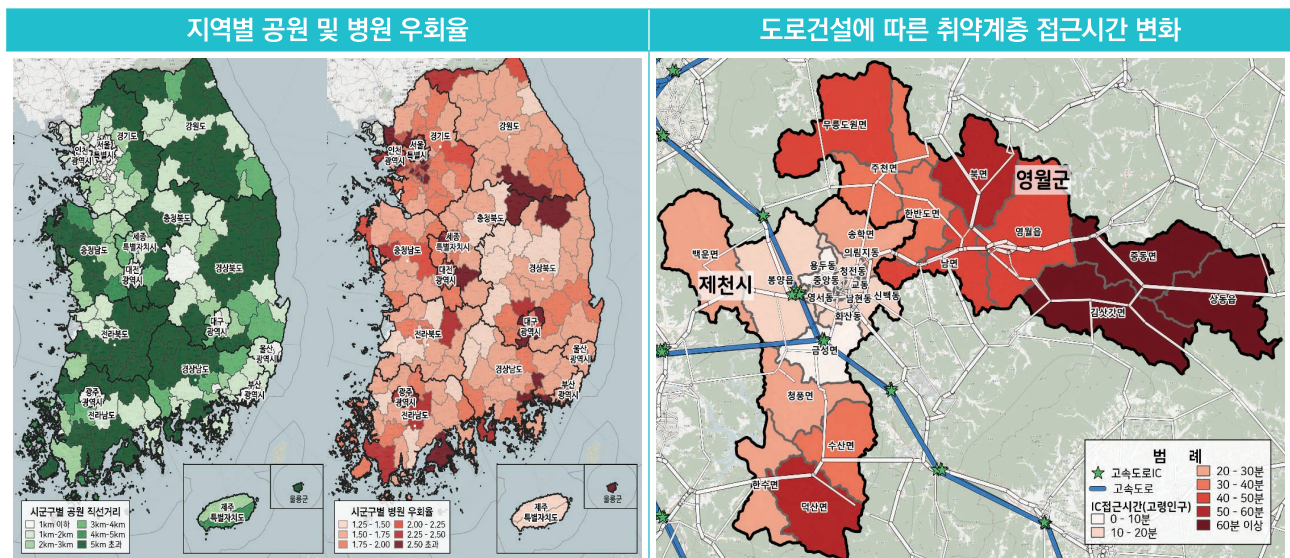
출처: 국토교통부 2021d, 651.

[포용성] 도로건설에 따른 취약계층 고려

지역 간/계층 간 격차를 고려한 포용성 지표 고려 및 교통복지 측면의 도로사업 추진 필요

- 도로사업으로 인하여 취약지역/취약계층에게 얼마나, 어떠한 영향을 미치는지에 대한 데이터 분석이 필요하며, 이를 고려한 도로정책방향 설정 필요

〈그림 11〉 도로사업 포용성 측면의 분석



출처: 배윤경, 김상록 2021, 154.

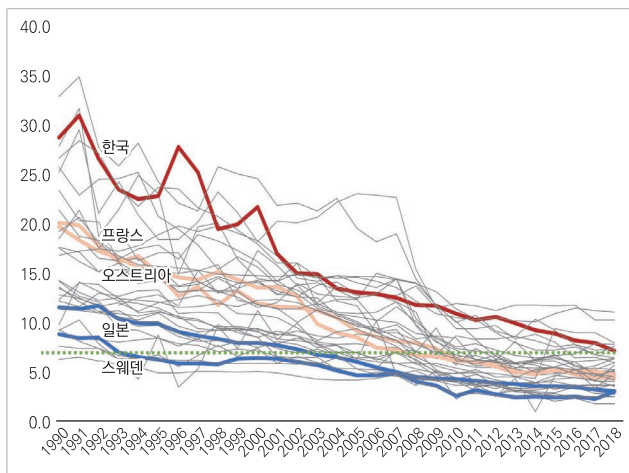
다양한 데이터 기반의 종합적(선제적·사후적) 도로안전성 향상

도로안전성 향상을 위한 예방적 대책 모색 필요

📍 기존의 도로안전 정책은 경찰에 신고된 교통사고 자료를 기반으로 한 사후적 대책에 머물렀지만, 이제는 다양한 데이터를 활용하여 선제적 도로안전 대책을 마련할 필요가 있음

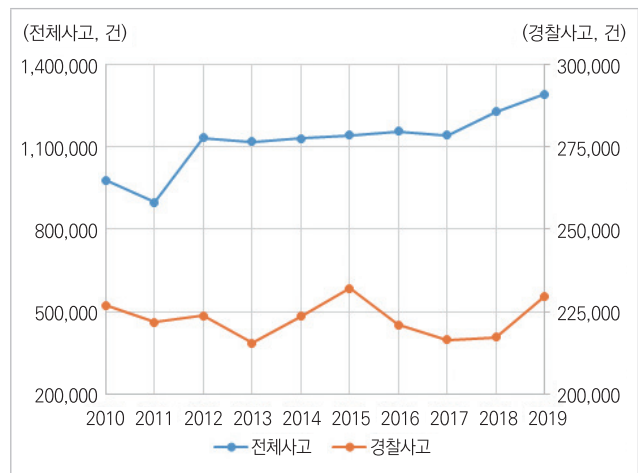
- 교통사고 사망자는 꾸준히 감소하고 있는 추세이나 OECD 국가 중 여전히 하위권 수준으로 2018년 기준 자동차 1만 대당 사망자수(1.4명)가 OECD 평균(1.0명)보다 약 1.4배 높아 OECD 국가 33개국 중 29위임 (도로교통공단 2020a)
- 경찰에 신고된 교통사고 건수는 전체 교통사고 건수¹⁰⁾의 17.8%(2018년 기준)에 불과하여 경찰에 신고된 교통사고 데이터만을 기반으로 도로안전사업을 수행하는 것은 도로안전 수준 제고에 한계가 있을 수 있음
- 경찰에 신고된 교통사고 데이터는 경미한 사고에 대해서는 과소보고(under-reporting)되는 경향이 있을 뿐만 아니라 데이터가 충분히 수집될 때까지 장시간을 기다려야 한다는 문제를 가지고 있음(Heesch et al. 2011; de Geus et al. 2012)
- 정부는 교통사고 저감을 국정과제로 추진 중이며(국정기획자문위원회 2017), 국토교통부는 교통사고 사망자수 감축 등 안전하고 편리한 국민생활 환경 조성을 2021년도 핵심과제로 선정(국토교통부 2021d) 하는 등 정부 차원의 도로안전성 향상 모색이 지속됨

〈그림 12〉 OECD 회원국과의 교통안전 수준(인구10만 명당 사망자수) 비교



출처: 도로교통공단 2020a, 22-23을 저자 재구성.

〈그림 13〉 전체 사고 vs. 경찰사고 연도별 추세



출처: 도로교통공단 2020b, 203.

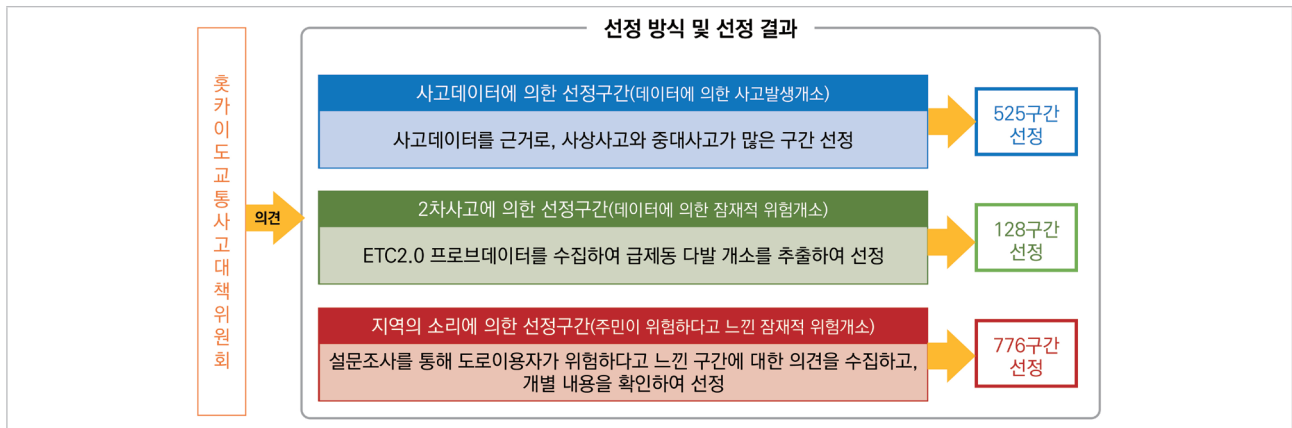
예방적 대책과 사후적 대책을 모두 포함하는 체계적인 종합안전대책 수립 필요

📍 교통사고 자료와 도로이용자들이 느끼는 위험지점을 종합적으로 분석하여 교통사고 취약지점을 파악하고, 이를 기반으로 국민 체감도가 높은 체계적인 종합안전대책 수립 필요

- 기존 국내 도로안전성 향상 대책 수립은 사고가 잦은 곳이나 도로 기하구조의 위험요소 파악에 중점을 둔 사후적 대책 수립이 주를 이루었으나, 해외에서는 지역주민 의견과 사고데이터를 활용한 사고위험구간 선정 등 예방적 안전대책 마련 정책이 시행되고 있음
- 사고위험구간은 사고가 실제로 발생한 구간, 사고가 발생할 가능성이 있는 구간, 지역주민이 위험하다고 인식하는 구간으로 선정하며, 각 구간의 사고데이터, 급제동 발생 데이터, 설문조사 데이터 등을 기준으로 선별함

10) 전체 교통사고 건수란 경찰, 보험사, 공제조합 등에 신고된 사고 중 중복사고를 제외한 총 사고 건수를 의미(도로교통공단 2020b).

〈그림 14〉 사고데이터, 빅데이터 및 지역 주민 의견을 반영한 사고위험구간 선정 사례



출처: https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ky/dou_iji/ud49g70000008p5j.html (2022년 3월 28일 검색).

- 1건의 중상 이상 중대사고 발생에 앞서 경미한 사고 또는 사고가 일어날 뻔한 상황이 여러 번 발생한다는 하인리히 법칙은 도로교통 안전분야에도 적용(김준기, 김중학, 김흥석 2015)되며, 이는 도로이용자들이 느끼는 위험 지점과 교통사고 발생지점 간 밀접한 상관관계가 있음을 의미함
- 따라서 주민들이 실제로 교통안전에 위험을 느끼는 구간(아차사고, near accident)¹¹⁾에 대한 설문조사 및 빅데이터(DTG, T-map, 위드라이브 등)의 반영으로 국민들이 사고 위험을 느끼는 지역의 사전적 안전대책 수립이 필요하며, 이를 위한 빅데이터 플랫폼 기반 마련이 요구됨
- 이와 더불어 교통사고 취약지점을 대상으로 도로의 기하구조상 위험 요소를 파악하고 교통안전 개선사업의 유형 판단 및 방안 제시 등을 통한 연계적 사업 수행으로 유기적이고 편리한 국민 생활환경 조성에 이바지할 필요가 있음

〈그림 15〉 하인리히 법칙 개념도



출처: 김준기, 김중학, 김흥석 2015, 49를 저자 재구성.

〈그림 16〉 종합적 도로안전성 향상 정책(예)



출처: 김준기, 김중학, 김흥석 2015, 49를 저자 재구성.

11) 실제 교통사고로 이어지지는 않았으나 사고가 날 뻔한 위험 사례.

참고문헌

- 관계부처 합동. 2019. 미래자동차 산업 발전전략, 2030 국가 로드맵. https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH2_PLC20190242322&kwd= (2022년 3월 25일 검색).
- _____. 2020. 미래 자동차 확산 및 시장선점 전략, 10월 23일. 발표자료.
- 국가교통DB센터. <http://ktdb.go.kr>
- 국정기획자문위원회. 2017. 문재인정부 국정운영 5개년 계획. <https://www.korea.kr/common/download.do?tblKey=EDN&fileId=211948> (2022년 3월 29일 검색).
- 국토교통부. 2016. 경인고속도로 지하화 사업 민자절차 본격 착수, 3월 16일. 보도자료.
- _____. 2018a. 민자고속도로 공공성 강화를 위한 “통행료 관리 로드맵” 발표, 8월 27일. 보도자료.
- _____. 2018b. 2018 도로업무편람. 세종: 국토교통부.
- _____. 2020. 정밀도로지도 구축 확대로 자율협력주행 시대 앞당긴다, 10월 5일. 보도자료.
- _____. 2021a. 2021년 도로 주요 통계. 국토교통부 도로국 내부자료.
- _____. 2021b. 제2차 국가도로망 종합계획(2021~2030). 국토교통부고시 제2021-1109호.
- _____. 2021c. 선제적 규제정보로 자율주행차 상용화 앞당긴다, 12월 23일. 보도자료.
- _____. 2021d. 2021년 정부 업무보고 화북·포용·도약 대한민국, 2월 16일. 보도자료.
- _____. 2022. 제2차 고속도로 건설계획(2021~2025). 국토교통부고시 제2022-60호.
- 기획재정부. 2021. 「인구구조 변화 영향과 대응방향」 - 인구감소, 지역소멸, 초고령사회 임박의 3대 인구리스크에 대응한 우리 사회의 적응력 강화방안, 7월 7일. 보도자료.
- 김준기, 김중학, 김흥석. 2015. 커뮤니케이션 기법을 활용한 도로안전성 향상 방안 연구. 세종: 국토연구원.
- 대한민국 정책브리핑. 2021. 2050 탄소중립. korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148881562 (2022년 2월 23일 검색).
- 도로교통공단. 2020a. 2018년 OECD 회원국 교통사고 비교(2020년판). <http://taas.koroad.or.kr/web/bdm/srs/selectStaticReportsDetail.do> (2022년 3월 25일 검색).
- _____. 2020b. 2019년 교통사고 통계분석(2020년판). <http://taas.koroad.or.kr/web/bdm/srs/selectStaticReportsDetail.do> (2022년 3월 25일 검색).
- 박종일, 김준기, 고용석, 연치형, 김경석, 김창모, 조남건. 2021. 그린 뉴딜 실현을 위한 저탄소 도로물류 수송체계 추진전략. 세종: 국토연구원.
- 온실가스종합정보센터. 2020. 2018~2019년 온실가스 감축 이행실적 평가. 세종: 환경부.
- 한국교통연구원. 2020. 포용적 고속도로 운영을 위한 정책마련 연구. 세종: 국토교통부.
- 한국교통연구원 교통빅데이터연구본부. 2020. 국가교통통계 국내편. <https://www.ktdb.go.kr/www/selectPblcteWebView.do?key=39&pblcteNo=462&pageUnit=10&pageIndex=1&searchCnd=all&searchLclasCode=PBL03> (2022년 3월 25일 검색).
- 한국은행. 2021. 국제사회의 탄소중립 추진 현황 및 경제적 영향. 국제경제리뷰 20221-9호. 서울: 한국은행.
- 현대모터스그룹 저널. 2022. <https://1boon.kakao.com/HMG> (2022년 2월 28일 검색).
- 현대엔소프트 공식 블로그. 2022. <https://blog.hyundai-mnsoft.com/1637> (2022년 3월 17일 검색).
- 国土交通省 北海道開発局. 事故ゼロプランの概要. https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_iji/ud49g700000008p5j.html (2022년 3월 28일 검색).
- de Geus, B., Vandenbulcke, G., Panis, L. I., Thomas, I., Degraeuwe, B., Cumps, E., Aertsens, J., Torfs, R., and Meeusen, R. 2012. A prospective cohort study on minor accidents involving commuter cyclists in Belgium. *Accident Analysis and Prevention* 45: 683-693.
- Heesch, K. C., Garrard, J., and Sahlqvist, S. 2011. Incidence, severity and correlates of bicycling injuries in a sample of cyclists in Queensland, Australia. *Accident Analysis and Prevention* 43: 2085-2092.
- NEW ATLAS. Siemens tests “eHighway of the Future” vision with tram-like overhead cables. newatlas.com/siemens-ehighway-of-the-future-concept/22648/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body (2022년 3월 25일 검색).

김준기 국토연구원 도로정책연구센터장(kimjoonki@krihs.re.kr, 044-960-0285)
윤서연 국토연구원 스마트인프라연구센터장(syoon@krihs.re.kr, 044-960-0362)
김호정 국토연구원 국토인프라연구본부 선임연구위원(hjkim@krihs.re.kr, 044-960-0344)
배윤경 국토연구원 국토인프라연구본부 연구위원(ykbae@krihs.re.kr, 044-960-0359)
박종일 국토연구원 국토인프라연구본부 부연구위원(jipark@krihs.re.kr, 044-960-0354)
김상록 국토연구원 국토인프라연구본부 부연구위원(srkim@krihs.re.kr, 044-960-0383)
임현섭 국토연구원 국토인프라연구본부 연구원(hsim@krihs.re.kr, 044-960-0314)
정수교 국토연구원 국토인프라연구본부 연구원(quisiy@krihs.re.kr, 044-960-0308)