

특집 02

메가트렌드에 대비한 도로부문 정책 방향¹⁾

김준기 | 국토연구원 연구위원

1. 서론

우리나라는 고속도로 건설을 통해 비수도권 및 소멸위험지역에서는 국토 이용의 형평성을 제고하고 대도시권에서는 혼잡 완화에 기여하고 있다. 상주~영덕(2016년), 동홍천~양양(2017년), 옥산~오창(2018년) 준공 및 제천~영월(2021년) 등 고속도로 건설 추진을 통해 소멸위험지역 및 비수도권 지역에 대한 격차 감소와 국토이용의 형평성을 제고하고 있다. 또한 부산외곽순환(2018년), 서부간선지하도로(2021년) 준공 및 공용개시와 광명~서울(2019년), 계양~강화(2021년), 금천~화순(2022년) 등 사업추진으로 대도시권의 교통혼잡완화에 기여하고 있다. 이러한 국가간선도로망의 지속적인 확충 노력으로 지역 간 평균 이동시간은 307분(1970년)에서 169분(2019년)으로 개선되었다.

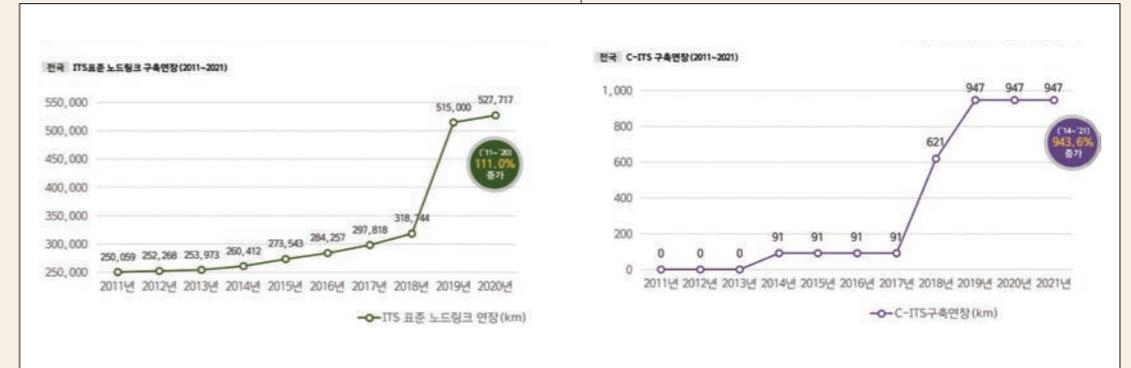
〈그림 1〉 고속도로 서비스 지역



(출처: 국토교통부(2022), 2022 도로업무편람)

1) 이 글은 2022년 국토이슈리포트 제60호, 「메가트렌드에 대비한 도로부문 정책방향」을 바탕으로 작성한 기사임.

〈그림 2〉 ITS 구축



(출처: 국토교통부, 2022 도로업무편람)

교통사고 사망자는 도로의 위험구간 시설개량 등을 통해서 지속적으로 감소하여 2019년에는 최초로 3천 명대 초반(3,349명)으로 줄었으며, 특히 고속도로와 일반국도에서 사망자가 크게 감소하였다(사망자수 감소율(2009~2019): 고속도로 48%, 일반국도 68%). 또한 '동일 서비스 동일 요금'을 목표로 민자고속도로 사업재구조화 및 자금재조달 등을 통해 민자고속도로 6개 구간의 통행료를 33~52% 인하하고, 재정고속도로의 출퇴근, 장애인, 전기·수소차 등 통행료 감면 및 면제를 통해 연간 3,748억 원의 국민의 교통비 부담을 완화하였다. 이밖에 2027년 완전자율주행(Lv.4) 상용화를 대비하여 2025년까지 전국 주요 도로 디지털 도로망 구축을 목표로 고속도로 C-ITS 시범사업 착수, 자율주행차 규제혁신 로드맵 수립 및 개정을 통한 법·제도 정비, AI·IoT·빅데이터 등 최신 기술을 융합한 혁신기술 공모 등 성과를 도출하고 있으며, 2025년까지 이동경로·고속도로 등에 수소차 충전소 450기 및 전기차 급속충전기를 1.5만기 구축하는 계획을 수립하여

자율주행 인프라 및 전기차, 수소경제 인프라 구축을 통해 4차 산업혁명에 대응하고 있다. 이 글에서는 메가트렌드와 우리나라가 직면하고 있는 위기를 살펴보고 앞으로의 도로정책 방향을 모색해 보고자 한다.

2. 메가트렌드와 위기

EU·미국을 비롯한 국제사회를 중심으로 탄소중립과 4차 산업혁명이 고도화되는 환경에서 우리나라는 급격한 인구감소와 저출산·고령화 등 경제·사회적 위기에 직면하고 있다. 지구온난화 현상이 심화되고 자연재해 빈도가 늘어나면서 기후변화의 위험성에 대한 위기의식이 고조됨에 따라 파리협정 기반 신기후체제가 2021년부터 공식 출범한 가운데 바이든 대통령의 파리협정 복귀 선언, 주요국의 탄소중립 선언 등이 이어지며 국제사회의 지구온난화에 대한 대응도 빨라지고 있다. EU는 2023년부터 탄소국경조정세를 도입할 예정이며, 미국, 중국 등 주요국은 2035년부터 내연기관차 판매를 금지하는 등 탄소중립 이행을 위한 실질적이고 구체적인

인 정책을 도입 및 적용하고 있다. 또한 AI·빅데이터, IoT, 가상·증강현실 등 4차 산업혁명 고도화로 조성된 기술적 기반으로 자율협력주행차량(CAV: Connected Autonomous Car)의 보급이 본격화될 것으로 전망되고 있다. 세계자동차공학회(SAE: Society of Automotive Engineers)는 자율주행의 단계를 Level 0부터 Level 5까지의 6개 단계로 구분하며, 제한된 조건에서 자율주행이 가능한 '조건부 자동화' 단계인 Level 3가 2022년에 출시되면서 2027년에는 Level 4 자율주행차가 상용화 될 수 있을 것으로 보고 있다. 한편 정부는 인구감소, 초고령사회 압박, 지역소멸의 3대 인구리스크가 2020년을 기점으로 본격화되고 있음을 진단한 바 있다. 우리나라는 인구지진(Agequake)이 경제·사회를 뿌리째 흔드는 거대한 충격을 줄 것으로 예상되며, 지역소멸과 수도권-비수도권 격차 확대가 사회의 유지와 통합에 대한 위협으로 지적되고 있다. 따라서 앞으로의 도로정책 방향은 이러한 메가트렌드에 대응 및 적응하는데 기여할 수 있어야 한다.

3. 탄소중립 이행을 위한 도로정책 방향 : 저탄소 도로물류 수송체계 추진

수송 부문 온실가스 배출량의 96.5%가 도로에서 발생하고 있다. 이에 따라 도로부문의 온실가스 저감이 시급하며, 특히 화물차는 운행 및 차량 특성상 심각한 온실가스 배출원으로 저감 대책이 필수적이다. 도로는 화물 수송량 중 92.6%를 처리하며, 도로화물 수송량은 연평균 4.6%씩 증가하는 추세이다. 도로에서 발생하는 온실가스 배출량 중 56.3%를 경유차가 배출하고 있으며, 화

물차는 대부분 경유차량(93.5%)으로 노후차량의 비율이 높다(10년 이상 비율 41.1%). 이에 반해 현재 수송 부문의 저탄소화 정책은 승용차 중심으로 전개되어 화물차 수송 부문은 상대적으로 소외되고 있는 실정으로, 화물차 수송 부문의 저탄소화 정책을 위해서는 수단과 경로 측면에서 접근할 필요가 있다.

수단 측면에서 수소 화물차 중심의 정책 리스크를 완화하기 위해서 수소 화물차 개발과 별개로 전기도로시스템(ERS: Electric Road System) 기술개발 및 실증실험을 추진할 필요가 있다. ERS는 화물차 상부 쪽에 설치된 전차선을 팬티그래프를 통해 전기를 공급받아 운행하는 시스템으로 기 구축된 전력인프라에 기반하여 전기를 직접 충전하므로 효율성이 높고 배터리 크기 및 무게로 인한 운행거리 제약 해소가 가능하다. 또한 배터리 크기를 최소화하여 화물 적재량 측면에서 손해가 적고, 수소 화물차에 비해 기술 준비도가 높아 수소 화물차로의 구조적 전환까지 소요되는 시간까지의 간극에 효과적으로 대응할 수 있다. ERS는 경제성이 높은 대안으로 평가받고 있으며 독일, 영국, 스웨덴 등은 국가 차원의 실증 실험을 추진 중이다.

경로 측면에서는 화물차 전용차로를 운영 및 화물차 전용 IC 건설을 고려해볼 수 있다. 화물차 전용차로를 운영하면 화물차 운행속도를 60~80km/h로 유지하여 온실가스 배출량을 최소화할 수 있다. 최근까지도 수도권의 대규모 물류센터 및 창고 설치 급증과 함께 화물차 교통량이 증가하면서 기존 고속도로 IC의 교통정체 발생, 화물차의 도심통과에 따른 혼잡 및 사고 등

(그림 3) ERS 실증실험 사례(독일)



(출처: NEW ATLAS(https://newatlas.com/siemens-ehighway-of-the-future-concept/22648/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body))

(표 1) 무공해 화물차 기술별 장단점 비교

기술	장점	단점
ERS	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 소비율이 가장 낮고 WTW 온실가스 배출도 가장 낮음 ERS와 물류지점간의 이동에 필요한 소규모 배터리만 필요 화물차에서 온실가스 배출 없음 기술적 준비도 높음 2035~2040년에 광범위한 확산이 시작될 가능성 높음 가치 중립적 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 충전 인프라 구축 필요 다른 대안에 비해 유연성이 떨어짐 미관상 아름답지 않음
전기 화물차	<ul style="list-style-type: none"> WTW 기준으로 온실가스 배출 낮음 화물차에서 온실가스 배출 없음 향후 10년간 도시내 배송차량, 서비스 차량으로 사용될 가능성 높음 기술적 준비도 높음 2025~2030년에 광범위한 확산이 시작될 가능성 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 대형 배터리 장착으로 비용이 과다하며 배터리 무게로 인해 화물 적재량의 제한 회귀 광물(코발트 등)에 대한 높은 수요 충전 인프라 구축 필요 긴 충전시간 실용적인 배터리 크기를 고려할 때 장거리 수송에 부적합
수소 화물차	<ul style="list-style-type: none"> 가솔린/디젤 등 화석연료와 비슷한 충전시간과 주행거리 화물차에서 온실가스 배출 없음 그린수소, 블루수소일 경우 WTW 기준으로 온실가스 배출량이 매우 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> 충전 인프라 구축 필요 낮은 효율로 인해 매우 높은 에너지 소모하므로 연료비 높음 수소의 생산과 수송을 위해 상당한 비용 소요 그린수소의 생산을 위해 상당한 비용이 필요 블루수소의 생산을 위해 상당한 천연가스의 수입이 필요 기술적 준비도 낮음 2040~2050년에 광범위한 확산이 시작될 가능성 높음

(출처: 국토연구원(2020), 도로정책Brief No. 144)

의 문제가 발생하고 있다. 따라서 물류시설의 위치를 고려하여 화물차 전용 IC를 설치하게 되면 우회거리 감소, 혼잡 완화 등으로 온실가스 배출량 저감이 가능하며, 특히 화물차 전용 IC를 통해 대형화물차의 도시부 진입을 억제하여 혼잡해소, 대형 교통사고 방지, 주민 만족도 제고 등 부가적인 효과도 기대할 수 있다.

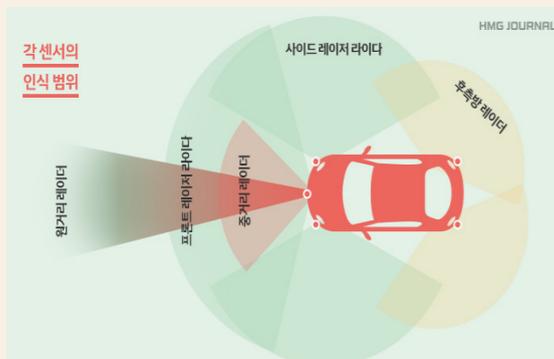
4. 4차산업혁명 시대의 도로정책 방향 : 도로자산 데이터 구축 및 활용

자율주행차량은 센서가 감지한 정보와 지도의 형태로 제공된 도로상황 정보를 결합하여 주행 중 위치를 파악하고 의사 결정이 이루어지므로, 선진국 중심으로 도로 정밀지도 구축 등 도로자산의 디지털 데이터화를 추진 중이다. 도로자산 디지털 데이터화의 주요 이슈는 먼저 자율주행용 도로지도 구축과 도로관리 업무가 서로 통합되지 않아 최신성 유지에 큰 노력이 필요

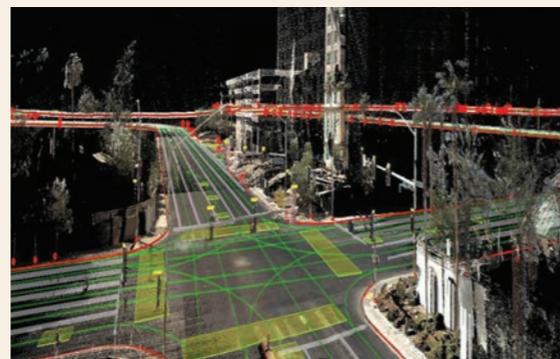
하다는 점이다. 도로관리 주체가 발생시킨 도로의 변화(신설, 확장, 개량, 보수 등)를 자율주행용 도로지도에 반영하려면 국토지리정보원 및 각 민간사가 구축 주체별로 조사업무를 수반해야 한다. 또한 각 도로관리 주체가 서로 다른 형식으로 독립적으로 데이터를 구축하고 있고 품질도 서로 상이하야 통합 활용이 어렵기 때문에 개선이 필요하다.

이밖에 자료의 최신성 유지를 위해 갱신비용이 증가할 것으로 전망되는 점이다. 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 전망이다. 민간, 공공 모두 갱신비용 절감방안을 모색해야 할 필요가 있다. 우리나라는 도로자산 데이터화 정책방향으로 정밀도로지도 최신화 지원을 통해 민간산업 발전

〈그림 4〉 자율주행차 센서의 인식범위와 정밀도로지도



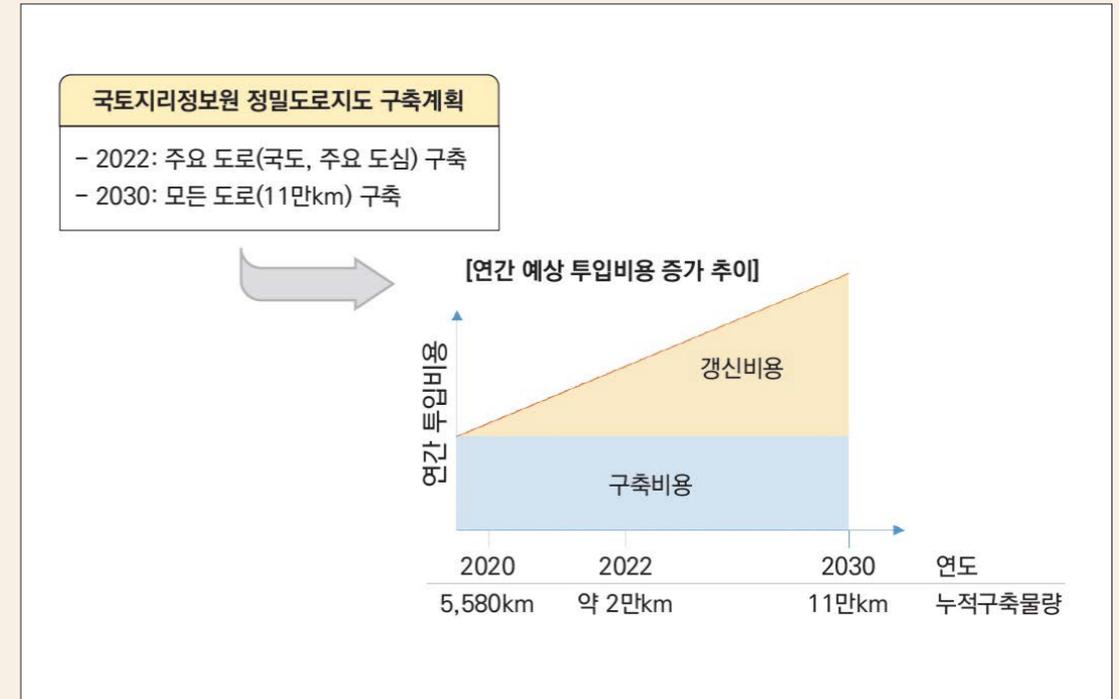
〈자율주행차 센서 인식 범위〉



〈정밀도로지도〉

(출처: (좌) 현대모터그룹 저널(<https://1boon.kakao.com/HMG>) (우) 현대엠엔소프트 공식 블로그(<https://blog.hyundai-mnsoft.com/1637>))

〈그림 5〉 정밀도로지도 구축·갱신을 위한 연간 투입비용 증가 추이 예상



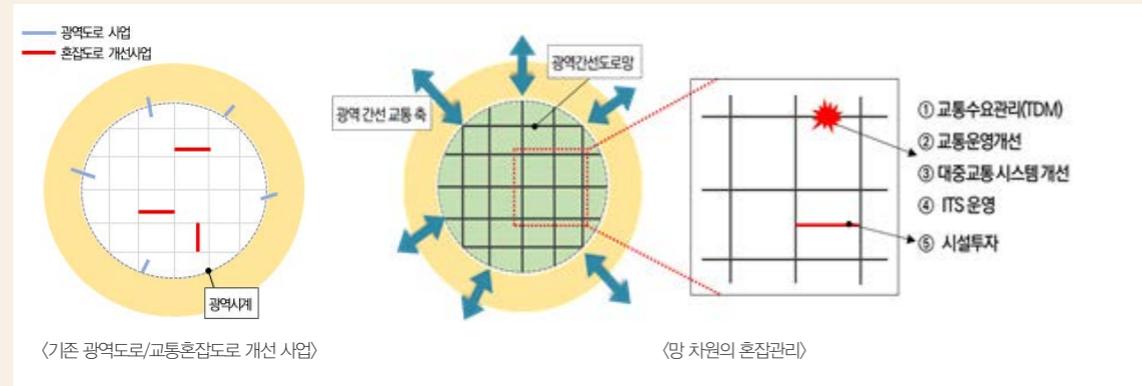
(출처: 국토교통부 (2020). 정밀도로지도 구축 확대로 자율협력주행 시대 앞당긴다. 10월 5일 보도자료)

및 도로관리정보 개선을 도모해야 한다. 도로·교통의 변화사항을 빠르고 정확하게 지도에 반영하기 위해서는 해당 업무를 담당하는 공공기관(도로관리청, 경찰청 등)과 정밀도로지도 구축 주체 간 일원화된 협력체계 마련이 필요하며, 민간이 개발한 변화정보 탐지기술을 활용하여 공공기관이 제공한 변화정보를 보완하고, 도로 위에 발생한 돌발상황을 감지하여 데이터 갱신과 도로관리에 공동 활용할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 또한 민간과 공공의 도로지도 최신성 유지 지원을 위해서는 다양한 방법으로 수집한 변화정보를 통합하여 제공할 수 있는 변화정보 플랫폼을 구축할 필요가 있다.

5. 인구구조변화 대응을 위한 광역교통 정책방향 5.1 메가시티 지원을 위한 광역도로교통 연계성 강화

최근 수도권으로의 인구 쏠림 현상, 특히 20대가 수도권 인구유입의 78.9%(2019년)를 차지하는 등 청년층의 수도권 인구유입이 크게 증가하고 있으며, 미래 산업 역시 수도권을 중심으로 몰리고 있다. 이에 따라 급격한 저출산, 고령화, 인구 및 생산인구 감소 등 지역이 가지고 있는 공동문제를 해결하고 광역-지자체 간 연대 협력을 통한 균형발전 및 지역발전을 도모하기 위해 지역 간 생활권을 묶는 부울경 메가시티, 대구경북 행정통합, 충청권 광역생활

〈그림 6〉 광역간선도로망 그림

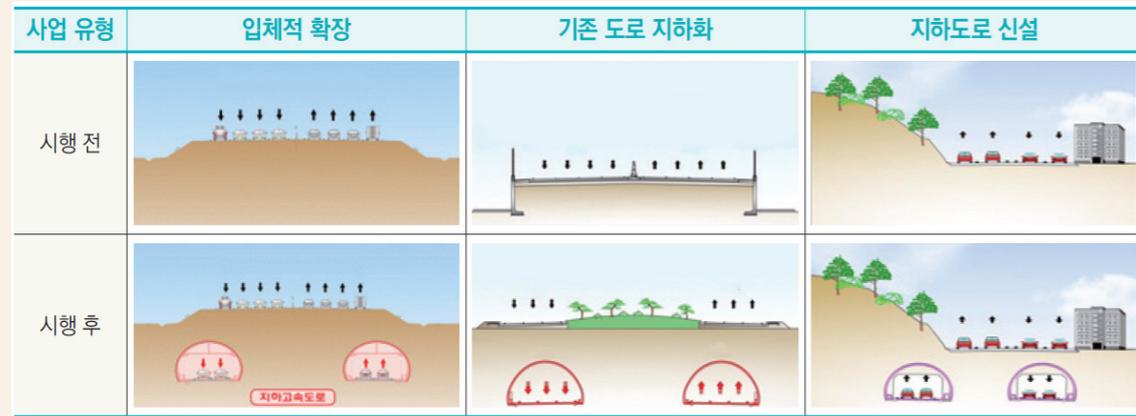


(출처: 국토연구원(2020), 도로정책Brief No. 1440)

경제권 등 초광역권에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 초광역권을 지원하기 위한 인프라 측면에서는 우선 국토공간 및 도시구조의 변화에 선제적으로 대응할 수 있는 유연한 광역교통체계를 구축해야 한다. 광역권에 대해 광역도로, 교통혼잡도로, 광역철도, 광역환승센터 등 사업들이 추진되고 있으나 대도시 내·외부를 연결하는 망 차원

의 계획체계 없이 산발적으로 추진되고 있는 실정이다. 광역거점 중심 지역 간 연계 협력을 효과적으로 강화하기 위해서는 교통축 중심의 네트워크 운영 방안이 필요하다. 또한, 광역철도, BRT 등 타 수단계획과의 연계를 바탕으로 국가간선도로-광역도로-시군도를 연결하는 광역간선도로망 연계성 강화도 필요하다.

〈그림 7〉 지하도로사업 유형별 시행 전후 비교



(출처: 국토교통부 내부자료)

〈그림 8〉 경인고속도로 지하화 사업



〈그림 9〉 대심도 터널 내 공기정화시설



(출처: 국토교통부(2016), 경인고속도로 지하화 사업 민자절차 본격 착수, 3월 16일 보도자료)

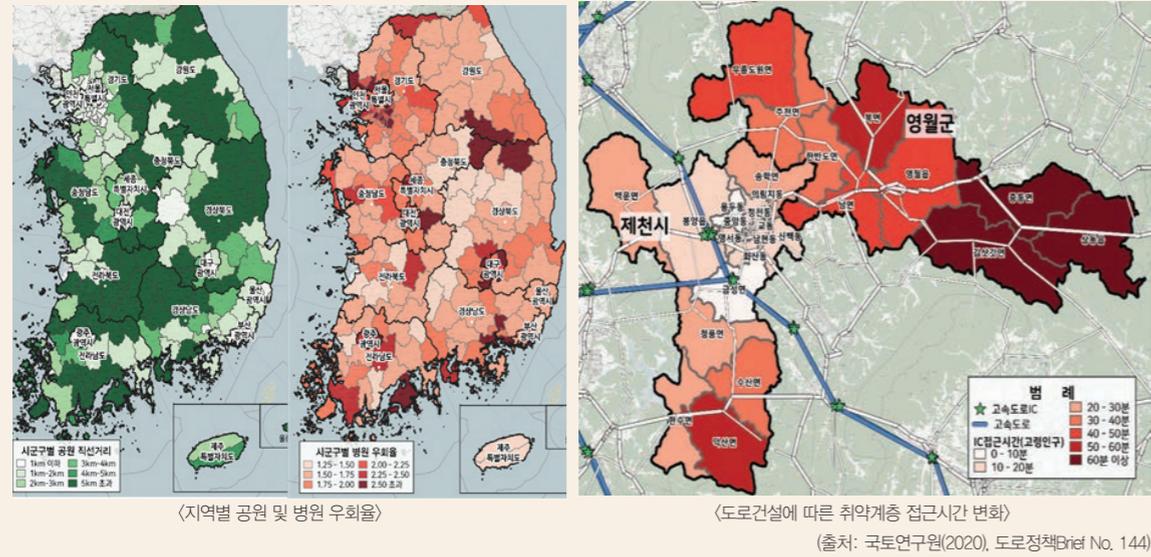
5.2 도로의 입체개발을 통한 대도시권 혼잡완화

지하도로 사업은 입체적 확장, 기존 도로의 지하화, 지하도로 신설의 3개 유형으로 구분될 수 있으며, 사업의 목적과 대상 지역의 여건에 부합하는 유형으로 선택되어 추진된다. 입체적 확장은 기존 도로가 포화상태에 도달한 경우, 주변 지역의 개발이 상당히 진행되어 수평적 확장을 통한 용량 증대가 어려울 때 지방부 도로는 그대로 유지하고 지하부 도로를 신설하는 것이다. 기존 도로 지하화는 기존 도로용지의 하부에 지하도로를 신설하고, 지방부의 도로는 공원, 광장, 문화시설 및 트램, BRT 등 대중교통 시설로 전용하여 도심부를 재생하고자 하는 사업 유형이다. 지하도로 신설은 지방부는 주거용지, 상업용지 등 도로가 아닌 다른 용도 및 시설로 이용되고 있는 구간에 대심도 지하도로를 신설하여 도심부 혼잡구간을 우회하면서도 도심에

직접 접근 할 수 있는 간선도로를 신설하는 유형이다.

도로의 입체개발은 단절된 지역 간 연결, 생활권의 확장, 도심부의 재생뿐만 아니라 대도시권 혼잡완화를 통해 온실가스 배출량 감소에 기여한다. 일례로 2017년 인천~김포 고속도로 북항터널, 2021년 국도 77호선 보령~태안(보령해저터널) 구간 개통 후 우회율이 감소하여 통행시간이 최대 33~50% 절감되는 효과가 나타났다. 특히, 북항터널 개통의 경우 인천 남부와 김포 신도시 지역의 통근시간을 1시간 미만으로 단축하여 인천항을 비롯한 복잡한 해안선으로 단절된 두 지역을 연결하여 생활권이 확장되었으며, 보령해저터널도 보령과 태안 지역의 통행시간을 크게 단축하여 단일한 생활권으로 재편되는 효과를 보고 있다. 이밖에 도로의 입체화 사업을 통해 원도심 재생, 상부공간 공원화 등이 가

〈그림 10〉 도로사업 포용성 측면의 분석



능하며 (ex: 경인고속도로 지하화 사업), 도심도 터널은 공기정화시설이 설치 운영되어 미세먼지 뿐만 아니라 일산화탄소 등 대기오염물질 및 탄소배출량을 절감하여 탄소중립 실현에 기여할 수 있다.

6. 사회적 가치 실현을 위한 도로정책 방향

6.1 국민의 삶의 질을 증시하는 도로사업 추진

도로정책은 효율성, 경제성 중심에서 균형발전, 공공, 형평, 삶의 질 등 다양한 사회적 가치 중심으로 전환될 필요가 있다. 이를 위해서는 도로사업의 타당성 평가를 개선하여 지역간/계층간 포용성, 편의시설 및 경관에 대한 가치, 건강에 대한 영향 등을 고려해야 한다. 예를 들어, 일반적으로 도로사업으로 인해 발생하는 오염물질로 인하여 부(-)편익이 발생할 것으로 생각하

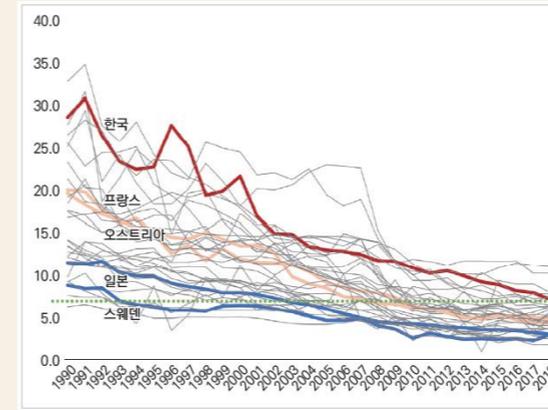
지만, 오염물질의 대기확산행태와 도로 인근지역의 인구분포를 반영하여 주민의 오염물질 노출수준을 고려한 건강비용 편익을 포함하면 대기오염 편익 대비 11~24% 정도 추가 편익이 발생한다.

6.2 도로안전성 향상을 위한 예방적 대책 모색 필요

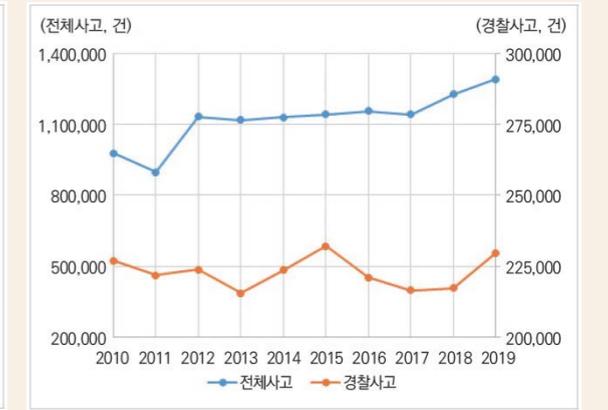
우리나라의 교통사고 사망자는 꾸준히 감소하고 있는 추세이나 OECD 국가 중 여전히 하위권 수준이다. 또한 경찰에 신고된 교통 사고건수는 전체 교통사고건수의 17.8%(2018년 기준)에 불과하여 경찰에 신고된 교통사고 데이터만을 기반으로 도로안전사업을 수행하는 것은 도로안전 수준 제고에 한계가 있다.

기존 국내 도로안전성 향상 대책 수립은 경찰에 신고된 교통사고를 기반으로 사고가 잦은 곳이

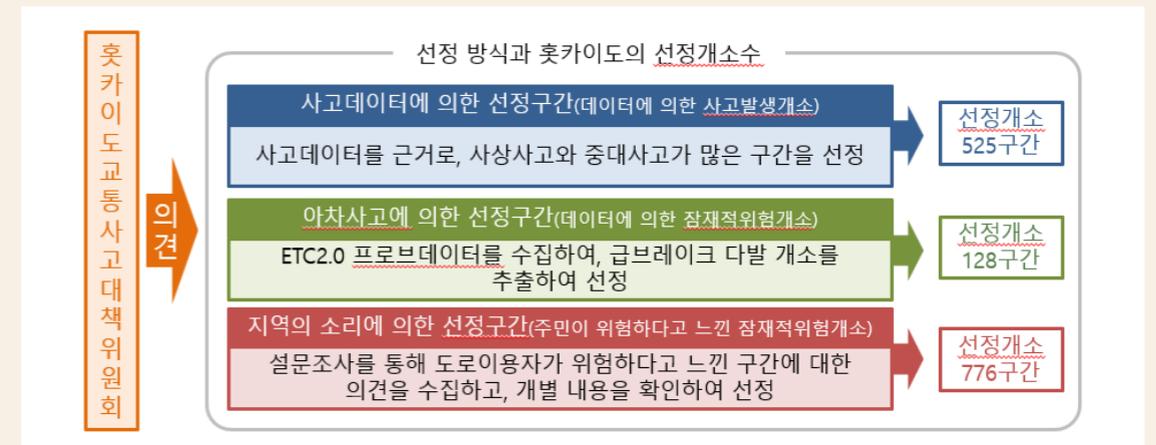
〈그림 11〉 인구10만 명당 사망자수 비교



〈그림 12〉 도로사업 포용성 측면의 분석



〈그림 13〉 사고데이터 및 지역주민 의견 등을 활용한 사고위험구간 선정 사례



나 도로 기하구조의 위험요소 파악에 중점을 둔 사후적 대책 수립이 주를 이루었으나, 해외에서는 지역주민 의견, 빅데이터 및 사고데이터를 활용한 사고위험구간 선정 등 예방적 안전대책 마련 정책이 시행되고 있다. 따라서 우리나라도 교통사고 데이터와 더불어 주민들이 실제로 교

통안전에 위험을 느끼는 구간(near-accident)에 대한 조사와 빅데이터(DTG, T-map, 워드 라이브 등) 등을 반영하여 예방적·사후적 대책을 모두 포함하는 체계적인 종합 안전대책을 수립할 필요가 있다.