



## 이슈

- 민자사업의 확대를 고려한  
고속도로 통합관리

## 해외포커스

- 운영형 민자사업의 해외 추진 사례
- 도로 대규모 유지보수 시 비용 효율을  
위한 미국의 주요 의사결정 방안

## 숫자로 보는 도로정책

- 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출 및 에너지원  
전환 현황



이슈

# 민자사업의 확대를 고려한 고속도로 통합관리

김광호

국토연구원 연구위원  
kwangkim@krihs.re.kr

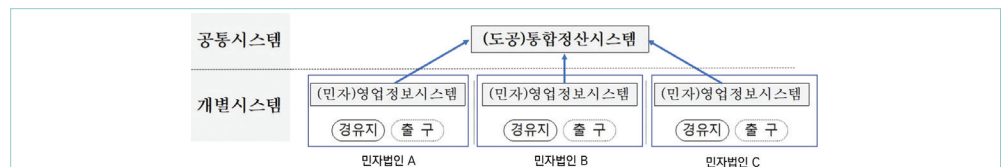
## 고속도로 통합관리의 필요성

고속도로가 국가간선도로망으로서 그 기능을 담당하기 위해서는 네트워크 차원에서 적정 수준 이상의 서비스가 확보되어야 한다. 민자사업의 확대로 인해 한국도로공사(이하, 도공) 이외에도 다수의 민자 법인이 고속도로의 관리 운영을 담당하게 된 현 상황에서, 특정 민자 구간에서 유고(예: 차량고장, 사고)로 인해 병목현상이 발생했다고 가정해 보자. 이때 해당 구간뿐만 아니라 상류부의 재정 고속도로까지 아우르는 통합적인 대응 및 관리가 부재한 경우, 대기행렬이 수십 km까지 늘어나고, 고속도로 네트워크의 소통이 정상 수준으로 회복할 때까지 상당 시간이 소요될 수 있다. 이는 고속도로의 서비스 수준이 네트워크 차원에서 저하되었음을 의미한다. 이와 같은 맥락에서 고속도로 통합관리는 다음의 세 가지 측면에서 필요하다. 첫째, 고속도로 관리주체 간 중첩되는 관리 영역이 존재함으로 인해 조정 및 조율이 요구된다는 점이다. 이러한 중첩되는 관리 영역은 ‘요금수납 및 정산’, ‘교통류 관리’ 등에서 존재한다. 둘째, 통합관리는 고속도로 운영시스템 간 호환성 확보의 측면에서도 중요하다. 예를 들면, ‘도로관리기관 간 교통정보 연계를 위한 표준화’가 이뤄지지 않을 경우, 기관 간 교통정보의 공유가 원활하지 못하여 효율적인 교통류 관리가 어렵기 때문이다. 마지막으로, 고속도로의 체계적이고 효율적인 방재 및 사고 대응을 위해서 통합관리가 필요하다. 특히 터널, 지하고속도로 등과 같이 거의 밀폐된 도로 환경에서, 유고 발생 시 대형재난으로 확대될 가능성을 최소화하기 위해서는 지하 구간과 지상 구간을 아우르는 통합적인 재난대응체계(예: 인력 및 장비 공유)가 필수적이다.

## 고속도로의 통합관리 추진현황 및 한계점

국토교통부는 2010년 무렵부터 고속도로의 통합관리를 추진하였다. 가장 큰 성과는 도공과 민자법인 간 ‘요금정산 통합’(원톨링시스템)을 통해 이용자 편의를 제고하고, 고속도로 본선 영업소의 건설비 및 운영비를 절감한 데 있다(국토교통부, 2010).

원톨링시스템의 개념도



자료: 한국도로공사(2022) p6의 그림을 재구성

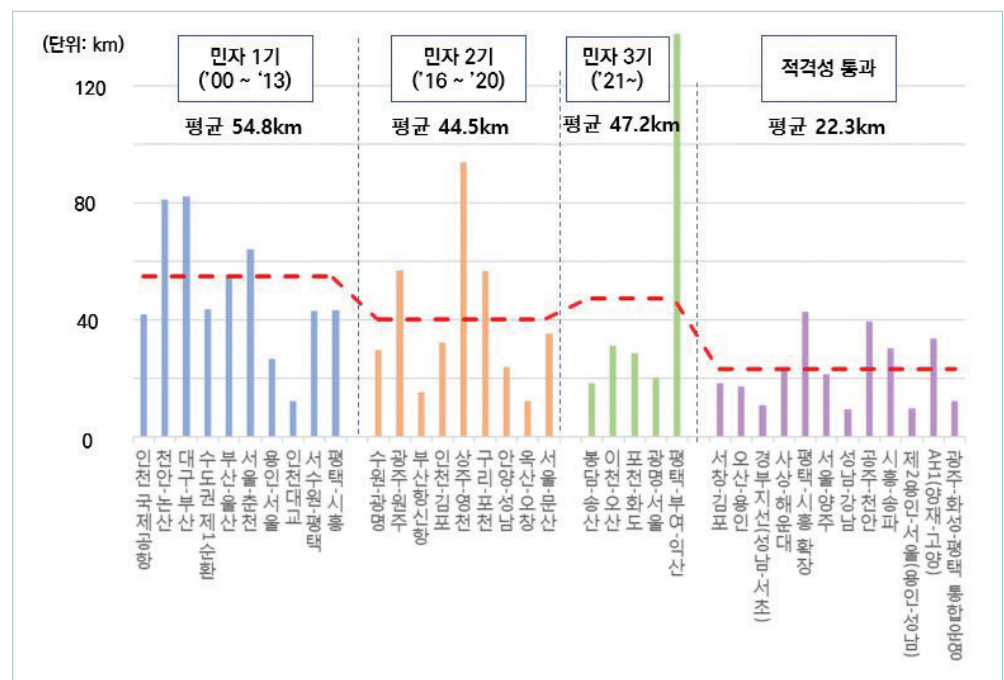
또한, ‘교통관제 및 유고 대응’ 측면에서는 교통정보의 연계성을 강화했다는 성과가 있다. 예를 들면, 국토교통부, 도공 및 19개 민자고속도로 법인은 2020년도에 「고속도로 통합교통관제 업무협약(MOU)」을 체결하였다(국토교통부, 2020a). 또한, 국토교통부는 권역별로 지방국토관리청 주관하에 도공, 민자법인 등의 기관으로 구성된 “도로안전 KSP협의체”를 운영하는 정책을 시행하고 있다(국토교통부, 2020b). 이는 정보교환뿐만 아니라 인력 및 장비의 상호 지원을 통해 효율적인 재난 대응을 도모하는 통합관리의 사례로 볼 수 있다. 이러한 성과에도 불구하고, 교통제어(예: 램프미터링, 가변속도제한) 측면의 통합적인 시스템 구축 및 운영에 대해서는 아직 개선의 여지가 많다.

그 밖에, 유지관리 측면에서는 국토교통부 주도로 ‘민자고속도로 시설물 이력 관리 시스템’을 구축하여 도로운영, 재난, 포장, 사면, 구조물, 교통, 시설 등의 범주별로 관리현황과 관리대장을 분류해 이력 정보를 관리할 수 있도록 하였다(국토교통부, 2017). 한편, 유지관리 업무 측면의 통합이나 연계를 위한 협력한 사례(예: ‘평택-서수원’, ‘수원-광명’ 노선 간 도로유지 및 순찰의 통합운영)가 일부 존재하나 향후 활성화가 더 필요한 실정이다.

## 민자고속도로 구축 현황

국내 민자고속도로의 총 연장은 약 854km(2022년 기준)로 전체 고속도로망 4,939km 중 약 17.3%를 차지하고 있다(국토교통부, 2023a). 이러한 민자고속도로의 약 62.4% (22개 노선 중 15개)가 교통혼잡이 상대적으로 심각한 수도권에 존재한다. 또한, 최근에 추진된 민자고속도로일수록 노선 연장이 짧아지는 경향이 있다(민간투자사업 적격성 평가를 통과한 10개 민자 노선의 평균 길이는 23.2km). 이와 같은 민자고속도로의 노선현황을 고려하면, 민자고속도로의 분절적 운영이 초래할 수 있는 정체, 사고 등으로 인한 사회적 비용이 상당히 클 수 있다는 예상을 할 수 있다.

민자고속도로의 공용 시작 시기에 따른 노선 평균 연장 추이



자료: 민자도로관리지원센터 웹페이지(2024년 8월 접속)를 참조하여 저자 작성

## 민자고속도로 활성화 정책 및 안전 강화 정책

민간투자 관련 정책동향을 살펴보면, 고속도로에 대한 신규 민간투자사업이 확대될 것으로 전망할 수 있다. 예를 들면, 민간투자시설 활성화 방안(기획재정부 보도자료, 2022)에서는 ‘민자사업 참여유인 제고’, ‘재정-민자 연계 강화’ 등을 주요 전략으로 제시하였다. 또한, ’23년 민간투자사업 활성화 추진 전략(관계부처 합동, 2023)에서는 ‘대규모 민자사업 발굴·착공·집행관리 강화’, ‘민자 활성화 방안 마련’에 관한 중점추진과제를 제시하였다.

민간투자 활성화 방안, 활성화 추진 전략의 주요 내용

구분	주요내용
민간투자시설 활성화 방안 (’22.6.28.)	‘민간 중심의 역동적 혁신성장 지원’ 목표 설정과 3대 전략, 10대 추진 과제 제시 • (전략1) 도로·철도 등 교통 중심의 민자대상 시설을 산업·생활·노후 인프라로 다양화 • (전략2) 사업모델 개선, 추진부담 완화 등 민자사업 참여유인 제고 • (전략3) 재정-민자간 연계 강화, 민간투자 사업대상 사전확정 등 민자 관리체계 혁신
민간투자사업 활성화 추진 전략 (’23.4.6.)	제2의 민자부흥기 도약을 위해 ①대규모 민자사업 발굴·착공·집행관리 강화 및 ②민자 추진 단계별 활성화 방안 마련 • (발굴 단계) 개량 운영형 등 구체화된 사업모델 개발 등 • (제안단계) 사업초기 제안부담 완화 등 • (민자 적격성조사 단계) 적격성 조사 신속추진 지원 등 • (제3차 제안공고 단계) 환경분야 등 경쟁 강화방안 마련 등 • (협약·금융 약정 단계) 보증 수수료를 인하 등 • (공사 단계) 민간투자 집행 협의체 구성·운영 등을 통해 집행 실적점검 및 집행 부진 사업 독려 등 • (사업 운영 단계) 인프라 인포 시스템 확대·개편 등

자료: 기획재정부(2022), 관계부처 합동(2023)의 관련 내용을 재구성

또 다른 측면에서는, 고속도로의 관리와 관련하여 안전 강화를 위한 정책동향이 관측된다. 예를 들면, 국토교통부는 지하고속도로의 도입을 고려하여 ‘지하도로 설계지침’을 마련한 바 있다(국토교통부, 2023b). 이 설계지침의 제12장(지하고속국도)에서는 지하고속도로에 필요한 기하구조, 터널 및 구조물, 안전시설 등에 관한 규정을 담고 있다. 또한, 2022년부터 시행된 「중대재해처벌법」(법률 제17907호)을 통해 고속도로 유지보수 등의 건설현장 종사자 또는 고속도로 이용자 전반의 안전 확보를 위한 사업주 등의 안전관리 책임이 한층 강화되었다.

## 고속도로 통합관리의 강화를 위한 정책대안

앞서 살펴본 민자고속도로의 노선현황 및 정책동향에 대응하여 고속도로의 통합관리를 강화하기 위해 ‘도공의 공공출자’, ‘민·관 거버넌스 구축’, ‘주무관청 및 공공부문의 기능 강화’를 대안으로 상정할 수 있다.

‘도공의 공공출자’는 도공이 운영출자자로서 민자고속도로의 관리 운영에 참여함으로써 롤모델을 제시하는 동시에, 방재 및 사고 대응에 대한 책임 운영기관으로서의 역할을 부여받는 것이다. 이 대안의 적용을 위해 국토교통부는 민자고속도로 사업의 기획단계에서부터 도공의 참여 필요성을 검토하여 ‘공정한 경쟁에 기반한 입찰방식’과 ‘사업의 공공성을 고려하여 도공의 참여를 명시하는 입찰방식’으로 사업유형을 구분하여 추진하는 것을 고려할 수 있다.

‘민·관 거버넌스 구축’은 국토교통부, 민자법인, 도공으로 구성된 상시협의체를 통해 통합관리의 사안별로 의제를 논의하고, 회의결과를 정책개선에 반영하는 것이다.

이 방안은 민간투자사업기본계획(기획재정부, 2024)의 제51조를 근거로 하되 상시협의체의 법적 구속력을 높이기 위해 협의 결과에 대한 준수 의무, 미이행에 대한 시정명령 조치 등을 민자사업의 제안요청서에 명시하는 방식으로 시행될 수 있다.

‘주무관청 및 공공부문의 기능 강화’는 고속도로 네트워크 차원의 일관성 있고, 효율적인 통합관리 운영을 달성하기 위해서 국토교통부의 컨트롤타워 기능을 강화하고, 이를 지원하기 위해 관련 공공기관의 역할을 재정립하는 방안이다. 예를 들면, 통합관리를 위한 조직 구성, 비용 산정 등과 관련하여 ‘민자도로관리지원센터’의 컨설팅 기능을 강화하고, 통합관리 운영의 ‘성과점검’에 관한 기초조사 및 시스템 운영 업무를 도공에 위임하는 방식을 적용하는 것이다.

위의 대안들은 고속도로 통합관리의 확대를 목표로 정책 및 제도 간 상호 보완을 위해 병행하여 추진할 필요가 있다.

## 맺음말

도로의 이용자는 자신이 통행하는 도로가 어떤 기관 및 조직에 의해 관리되는지에 관계없이 수준 높은 도로 서비스를 누릴 권리가 있다. 이런 관점에서 통합관리의 강화는 고속도로 관리 운영의 핵심 목표 중의 하나가 되어야 한다. 전술한 바와 같이, 민자고속도로의 노선현황, 활성화 정책 등을 살펴보면, 고속도로 네트워크 차원의 통합관리를 체계적이고 일관성 있게 추진해야 할 필요성을 재차 확인하게 된다. 이를 고려하여 국토교통부가 도공, 민자도로관리지원센터 등 유관기관의 지원을 받아 고속도로 통합관리를 위한 정책을 더 적극적으로 추진할 필요가 있다. 이런 맥락에서 고속도로 통합관리에 대한 ‘목표설정-정책추진-성과점검’의 순환형 추진체계를 구축·운영하는 것이 바람직하다고 판단된다.

\* 이 글은 국토연구원과 (주)내경엔지니어링이 공동 수행한 「민자도로 수탁사업 통합 관리운영 모델 개발 연구용역(2024)」의 결과 중 일부를 토대로 작성됨

### 참고문헌

1. 관계부처 합동. 2023. '23년 민간투자사업 활성화 추진 전략. 비상 경제장관회의자료
2. 국토교통부. 2010. 민자고속도로 통합운영 추진방안
3. 국토교통부. 2017. 민자고속도로 시설물 이력관리시스템 구축 연구용역
4. 국토교통부. 2020a. 재정-민자고속도로 교통관제 통합... 안전·효율 높인다. 9월 3일. 보도자료
4. 국토교통부. 2020b. 도로안전 유관기관 KSP협의체 확대운영 계획
5. 국토교통부. 2023a. 2023도로업무편람
6. 국토교통부. 2023b. 지하도로 설계지침
7. 기획재정부. 2022. 민간중심의 역동적 혁신성장을 위한 「민간투자사업 활성화 방안」 발표. 6월 28일. 보도자료
8. 기획재정부. 2024. 민간투자사업기본계획
9. 민자도로관리지원센터 홈페이지 <https://cephis.koti.re.kr/> (2024년 8월 접속)
10. 중대재해처벌법 [법률 제17907호, 2021. 1. 26., 제정]
11. 한국도로공사. 2022. 추가연계 민자노선 원툴링 도입 변경협약(2차) 계획





해외포커스

# 운영형 민자사업의 해외 추진 사례<sup>1)</sup>

박경애

한국개발연구원 전문위원

djke68@kdi.re.kr

## 운영형 민자사업의 추진배경

우리 정부는 부족한 인프라 시설을 확충하기 위해 적극적으로 재정사업과 민자사업을 추진하였고 그 결과 인프라 시설의 수준은 크게 향상되었다. 그러나 확충된 인프라 시설이 20년 이상 경과됨에 따라 적극적인 유지관리 및 개량 또는 증설이 필요하게 되었고 이를 위한 재원 확보가 정책적 과제로 대두되고 있다. 사회가 발전할수록 정책의 패러다임은 성장에서 복지로 전환된다. 우리 사회도 복지 예산이 증가하고 있어 인프라 부분의 예산은 감소하고 있다. 이러한 예산 제약 속에서 양질의 인프라 시설을 유지하기 위해서는 민간투자의 역할 확대가 필요하고, 특히 기존 인프라 시설의 운영 및 유지관리에 민간투자 도입이 필요한 시점이라고 보인다. 국제적으로도 재정 부족을 해결하고 사회기반시설 운영을 효율화하기 위하여 민자를 도입하는 노력이 증대되고 있다. 일본에서 2011년 Private Financial Initiative(이하 “PFI”)법을 개정하여 독립채산형 방식의 운영권 사업을 도입한 것이 그 예라고 할 수 있다<sup>2)</sup>. 법 개정 배경에는 재정 상황을 고려하여 민간의 자금을 기존 공공시설의 정비에 충당하려는 의지가 있었다. 본고에서는 운영형 민자사업에 대하여 살펴본 후 제도적 차이는 존재하지만 일본과 미국의 운영형 민자사업 사례를 통해 우리나라 운영형 민자사업 도입을 위한 시사점을 찾아보려고 한다.

## 운영형 민자사업의 개념 및 구조

운영형 민자사업은 ‘준공이 완료된 정부 시설’을 대상으로 민간이 재원을 조달하여 ‘운영 및 유지관리(단순 운영도 포함)’를 수행하는 민간투자사업을 말한다. 시설의 신설보다는 운영에 초점을 맞춘 사업이라고 할 수 있다. 여기서 ‘준공이 완료된 정부 시설’은 민자 또는 재정 또는 공기업 재원 등을 통해 건설이 이루어졌고 정부가 소유 및 관리 운영하는(또는 예정인) 시설을 말한다. ‘운영 및 유지관리’는 신설 및 재개발(전체시설 철거 후 신설)을 제외한 대수선 및 시설 개선(개량 또는 증설)을 포함하는 장기간의 운영을 말한다. 일반적 민자사업이 DBFO(Design-Build-Finance-Operate)를 모두 포함하고 있다면 운영형 민자사업은 주로 F와 O를 포함한다고 볼

1) 본 글은 “운영형 민자사업의 제도화방안 연구”(2020)의 일부 내용을 발췌하여 정리한 것임

2) 박경애 외 3인(2017), 사업 시행조건 조정방안 연구, KDI, p131~154

수 있다. 증설이나 개량의 경우 D와 B도 포함할 수 있으나 신설에 비하면 그 비중이나 중요도가 적다. 사업시행자의 재원조달인 F(Finance)는 관리운영권 매입, 시설 개량 및 증설, 시설의 유지관리 및 운영을 위해 필요한 재원을 조달하는 것을 말하며 운영의 O는 10년 이상의 장기간 운영 및 유지관리를 말한다. 이에 따라 운영형 민자사업을 FO(Finance-Operate) 방식으로 칭하기도 한다.

현재 우리나라에서 운영형 민자사업은 추진되고 있지 않다. 그 주된 이유로 사업 모델의 부재와 관련 법령 조항의 부재를 들 수 있는데, 운영형 사업을 추진하기 위해서는 운영형 사업의 수익구조가 설정되어야 하고 이 내용이 법령 등을 통해 제도화되어야 하기 때문이다. 수익구조는 사업시행자의 수입, 비용, 운영기간, 수익률 등에 대한 적용 기준을 의미하는데, 사업 추진을 위해서는 이러한 수익 구조가 제도화되어야 하고 특히 관리운영권 가액을 어떤 금액으로 설정할지를 정해야 할 것이다. 민자사업에서 사업시행자가 정부 소유 시설을 대상으로 일반 이용자 또는 정부로부터 사용 수익하고 그 권리를 보장받기 위해서는 관리운영권의 설정이 필요하다. 민간투자법 제25조는 무상 사용·수익권의 대상시설을 동법 제4조 제1호(BTO), 제2호(BTL), 제3호(BOT) 방식의 사회기반시설로 한정하고 있으며 민간투자법 제4조의 제1호에서 제4호는 사업시행자의 '준공'을 전제로 하고 있어 건설 투자가 없거나 적은 운영형 민자사업에는 제1호부터 제4호 방식을 적용할 수 없다. 민간투자법 제26조도 관리운영권을 동법 제4조 제1호(BTO)와 제2호(BTL) 방식의 사회기반시설에만 설정할 수 있도록 규정하여 '준공'이 없는 운영형 민자사업에 대해서는 위 규정들을 적용하기 어렵다. 운영형 민자사업을 추진하기 위해서는 법령 개정이 요구된다.

## 일본의 운영형 도로사업 사례

일본의 공공시설 등 운영권 방식(Concession Method)은 요금을 징수하는 공공시설에 대하여 시설의 소유권을 공공주체가 보유한 채 민간이 시설의 운영권을 소유하는 방식<sup>3)</sup>으로 2011년 PFI법 개정을 통해 도입되었다. 다양한 시설을 대상으로 운영권 방식이 도입되었으며 대표적 도로사업으로는 아이치현 유료도로 사업이 있다. 본 사업은 아이치현 도로공사와 아이치 도로 컨세션 주식회사간 계약을 통해 추진되었다. 아이치현의 토코나메시, 나고야시, 한다시, 도요타시 등에 산재한 8개 도로(725km)를 대상으로 2016년부터 2046년까지 약 30년간 운영권을 사업시행자에게 부여하는 사업이다. 도로가 다수임에 따라 도로별 운영권의 존속기간은 다르다. 또한 사업자의 채무 상환 완료에 의해 사업기간이 단축될 수도 있으며, 대규모 개축 등에 의한 사업기간의 연장도 가능하다. 아이치현 도로공사는 운영권의 예정 최저가로 121,977 백만 엔(일시금 15,000 백만 엔 납부)을 설정해 공표하였고, 사업시행자는 이를 상회하는 금액을 일부는 일시불로 일부는 할부로 지급할 것을 약정하고 운영권을 갖게 되었다. 요금 수입은 원칙적으로 사업시행자에게 귀속되지만 수요 변동으로 인하여 계획

3) 통상 운영권은 복수의 민간사업자가 출자하는 특수목적회사로 설정되며, 민간사업자뿐만 아니라 공공주체도 특별목적회사에 출자함

요금수입에서 6%를 넘는 변동은 (+)와 (-) 모두 주무관청이 부담하는 것으로 정하고 있다. 이용 요금은 현행 요금을 상한으로 탄력적으로 정할 수 있으나 상한을 초과하는 요금을 설정하는 경우 미리 의회의 승인, 국토교통성장관의 허가를 얻어야 한다.

아이치현 유료도로 사업



자료: 한국개발연구원, 2020, 운영형 민자사업의 제도화방안 연구, p.152

본 사업에서 사업시행자는 해당 도로의 교통관리, 시설점검 및 수리, 위기관리, 운영 및 유지 등을 수행하며 시설 개축, 주차장 및 매점 운영 등도 수행한다. 시설을 개축하는 경우, 운영권자는 개축 비용의 원가 및 경비에 관한 정보를 공개하여야 한다.

## 미국의 운영형 도로사업 사례

미국의 다수 주정부는 노후화된 인프라 투자와 재정 부담 증가라는 현실로 인해 공공 인프라 사업에 PPP를 활용하기 시작하였다. 도로 부문의 운영형 민자사업은 기존의 인프라 시설에 장기 리스 계약을 적용하는 형태로 진행되고 있다. 장기 리스 계약은 민간사업자에게 요금 징수 권리를 주는 대신, 시설의 운영 및 유지관리, 개량을 포함한 대규모 수선을 시행토록 하는 것이다. 민간사업자는 계약에 기초하여 주무관청에 Concession 비용을 지불해야 하는데, 경쟁 입찰에서 정부에 가장 매력적인 제안을 한 민간사업자를 선정하여 장기 리스 계약을 맺게 된다. 스카이웨이는 기존 유료도로에 대한 첫 번째 장기 리스 계약 사례이다. 시카고 시는 사업자인 Skyway Concession Company에게 운영권을 매각하고 사업시행자는 운영권을 통해 도로를 운영하고 요금을 징수하여 수익한다. 사업시행자는 유지관리업무도 수행하며, 징수된 요금 수입으로 투자비를 회수한다. 스카이웨이는 연장 약 12.6km의 유료도로로서, 최초 건설비용은 1.01억 달러였고 1958년부터 운영되었다. 2004년까지 시의 도로환경국(Department of Streets and Sanitation)에서 운영 및 유지관리를 시행하였다. 장기 리스 기간은 2005년 1월부터 99년간이며 Concession 비용은 약 18억 3천만 달러이다. 사업자는 Concession 비용 전액을 시카고 시에 일괄 지불하였다. 사업자가 자신의 비용으로 시설 확장을 요구할 수 있으며, 정부도 시설 확장을 요구할 수 있다. 사업자는 2006년부터 2007년까지 자기 비용 6,000만 달러로 시설을 개량하였다. 스카이웨이는 교통량이



안정적이므로 민간 운영을 통해 서비스 수준을 향상시키고 통행료 수입이 증가될 수 있었다. 미국 교통부는 시카고시에서 운영할 때보다 처리능력이 향상되었다고 평가되었다. 시카고시는 민간에서 받은 Concession 비용으로 부채 상환, 적립금 조성 및 사회 복지에 활용하였다.

시카고 스카이웨이 유료도로



자료: Google Image(<https://www.google.com/> 2020.7.8. 기준).

## 운영형 사업의 시사점

운영형 민자사업은 정부의 사회기반시설 관리 대안으로서 재정운영의 효율성을 제고하고 사회기반시설 서비스의 질을 향상시키는 데 효과적인 수단이 될 수 있을 것이다. 특히 운영형 민자사업이 활성화될 경우 운영자 간 경쟁을 촉진함으로써 서비스 질을 향상시켜 이용자들의 편익을 증대시킬 수 있을 것이다. 수익성 있는 사업의 경우 관리운영권 매각을 도입한다면 정부는 예산과 운영의 효율성을 도모할 수 있을 것이며 민간투자자들도 안정적인 투자 수익을 기대할 수 있을 것이다. 건설비가 이미 재정이나 민자로 투입되었고 건설투자비의 회수가 일부 또는 대부분 완료되었으므로 사용자들도 낮은 요금으로 양질의 인프라 서비스를 이용할 수 있을 것이다. 더 나아가 관리운영권 매각 대금을 적립하여 타 사업의 통행료 미인상 보조금, 신규 사업의 투자 재원으로 활용할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 운영형 민자사업 추진을 위한 법령 개정이 선행되어야 할 것이며 운영형 민자사업에 대한 구조 및 방식의 정립이 필요해 보인다. 운영형 민자사업의 도입은 정부의 예산 운영 범위를 확대할 수 있을 것이며 위축된 민자시장 활성화에도 기여할 것으로 보인다.

### 참고문헌

1. 한국개발연구원, 2020, 운영형 민자사업의 제도화방안 연구
2. 한국개발연구원, 2018, 미국, 영국 민간투자사업 정책 조사
3. 한국개발연구원, 2017, 운영형 민간투자사업 시행을 위한 민간투자법 개편방안 연구
4. 한국건설협회, 2017, 「50개의 다른 이름, 미국 PPP시장」, 2017년 12월호
5. Joseph W. Kane and Adie Tomer, 2019, 「Shifting into an era of repair: US infrastructure spending trends」, Brookings
6. 2017 Report Card For America's infrastructure

## 해외포커스

# 도로 대규모 유지보수 시 비용 효율을 위한 미국의 주요 의사결정 방안

박용우

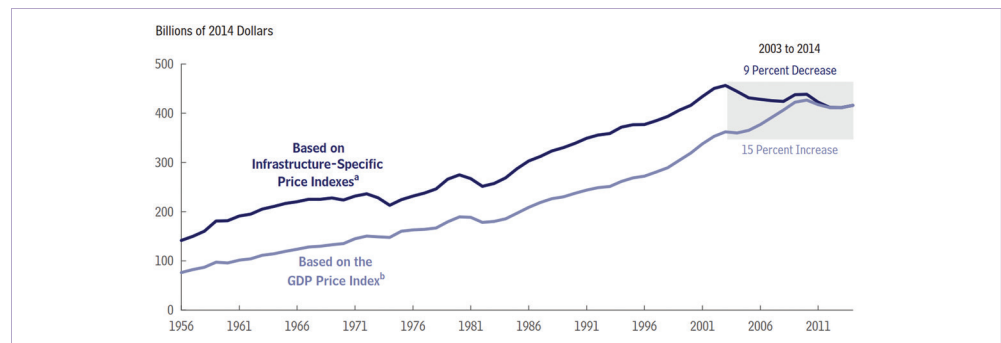
서울시립대학교 연구교수

yongwoo@uos.ac.kr

## 미국 도로 유지보수 예산 투자 현황

1940년대부터 본격적으로 건설된 미국의 도로는 60년이 지난 2000년대 초반부터 유지관리를 위한 비용이 신규 투자 비용보다 더 많이 투자되고 있다. 2014년 미국의 SOC 예산을 살펴보면 총 4,160억 달러 중 약 57%에 달하는 2,540억 달러가 운영·유지 부문에 지출되었으며, 투자를 위한 지출은 43.5%인 181조 달러인 것으로 조사되었다. 또한 미국토목학회(American Society of Civil Engineers, ASCE)에서는 사회기반시설에 대한 평가보고서를 발행하고 있는데 2021년 평가보고서에서 인프라 종합수준은 C-등급으로 평가되었으며, 이 중 도로는 D등급으로 전반적인 상태가 ‘미흡’으로 조사되었다(박수진, 2017).

미국 SOC 투자 추이



자료: Congress of the United States Congressional Budget Office(2015)

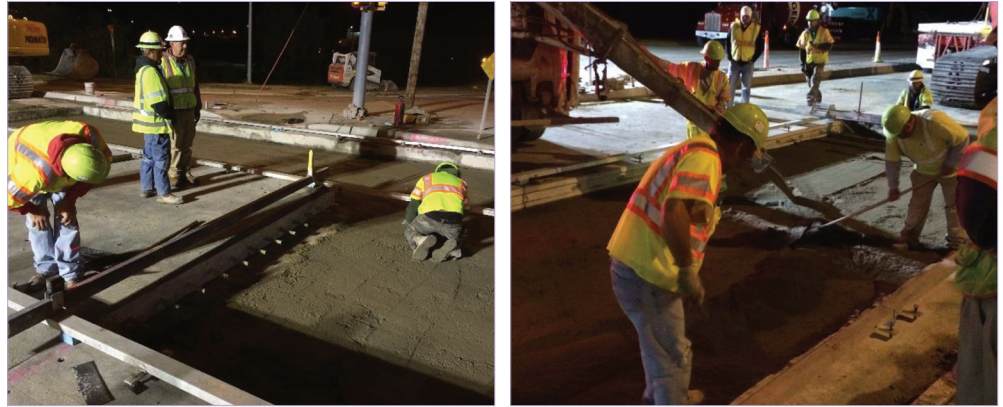
이에, 2021년 미국 바이든 정부에서는 노후화된 인프라를 개선하기 위해 5년간 총 1.2조 달러를 투자하는 인프라 투자 및 일자리 법안(Infrastructure Investment and Jobs, IIJA)에 서명하였다. 인프라 예산법안은 낙후된 도로와 교량 보수, 철도, 대중교통 서비스 개선, 광대역 인터넷 망 확산 등 미국의 기간 산업을 강화하는 내용을 담고 있으며 인프라 예산법안의 예산은 전체적으로 약 30% 증가하였다(이찬영, 2022).

1960년 건설된 국내 고속도로는 점차 노후화되고 있고 일부 도로는 설계수명에 도달할 예정이다. 그렇기에 도로 노후를 대비한 인프라 재건 사업을 미리 계획하고 준비할 필요가 있다. 본고에서는 우리나라보다 앞서 노후 인프라 재건 사업을 진행 중인 미국의 관련 사례를 조사하고 대규모 유지보수 시 비용 절감을 위한 주요 의사결정 방안의 관해 논의하고자 한다.

## Rehabilitation 사업

미국의 고속도로 관리국에서는 노후화된 고속도로를 보수하기 위해 3R(Resurfacing, Rehabilitation, Restoration) 사업을 시행하고 있다. 이 중 Rehabilitation 사업은 캘리포니아 고속도로 설계 지침서에 의하면 주요 구조적 손상을 보이는 도로를 양호한 상태로 되돌리는 사업이라 정의하고 있다(Highway Design Manual, 2019). 국가 고속도로의 상태를 개선하고 복원하기 위한 목적을 위해 고속도로 상황에 따라 아스팔트 재포장부터 장벽 및 가드레일 조정, 교량 보수, 도로 재건 등 다양한 공사가 포함될 수 있으며 포장부를 보수하는 Resurfacing 사업보다 좀 더 대규모의 유지보수 사업이다. 한국도로공사에서는 2015년부터 리모델링 사업(재포장, 덧씌우기 등 신설 포장 수준의 재포장 및 도로 시설물 개량 사업)을 시행하고 있는데 도로를 전면 재보수한다는 측면에서 미국의 Rehabilitation 사업과 유사하다고 할 수 있다(한국도로공사 도로교통연구원, 2024).

미국 Rehabilitation 사업

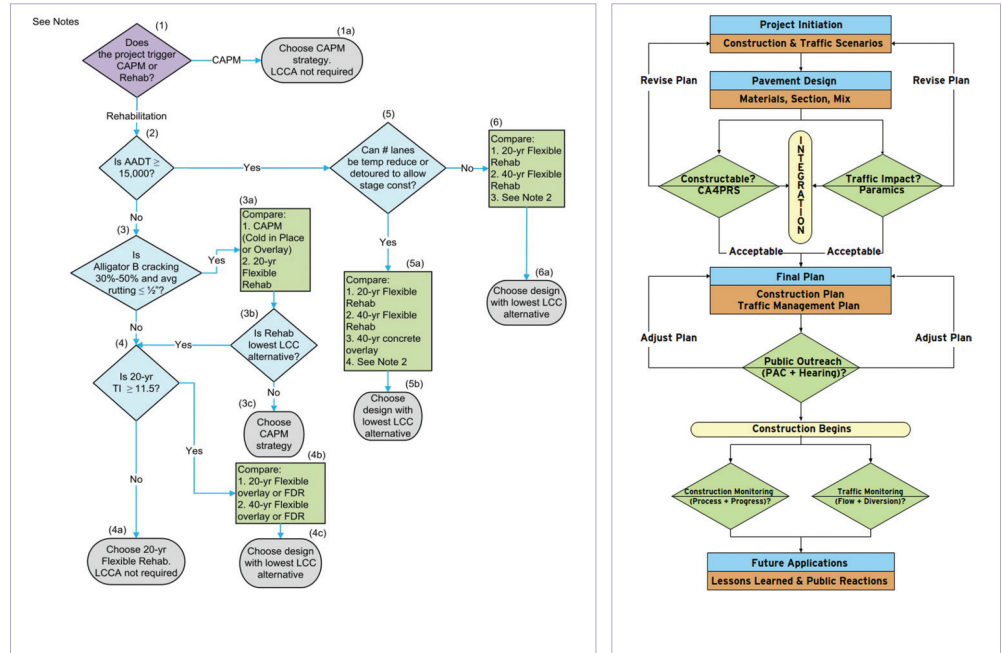


자료: FHWA(2019)

## 유지보수 공법 선정 방안

미국 캘리포니아 교통국에서는 유지보수 공법 선정에 있어서 Life Cycle Cost Analysis(LCCA) 기법을 통해 55년의 생애주기 동안 발생하는 초기 건설비용, 유지보수 비용을 산출하여 대안을 선정하고 있으며 모든 도로 건설 프로젝트는 Life Cycle Cost Analysis 결과보고서를 제출하고 담당자가 승인해야만 진행하도록 법으로 규정하고 있다. 도로 포장부 보수와 같은 Rehabilitation 사업에서는 Life Cycle Cost Analysis를 통해 40년 이상의 설계 수명을 가지되 LCC(Life Cycle Cost)가 가장 적은 포장 공법을 선정하고 있으며 Life Cycle Cost Analysis를 위해 CA4PRS(Construction Analysis for Pavement Rehabilitation Strategies) 도구를 활용한다. CA4PRS는 1998년 캘리포니아 교통부에서 도로 노후화에 따른 장기수명 재포장 전략(Long-Life Pavement Rehabilitation Strategies, LLPRS)를 수립하기 위해 개발된 분석 도구로 공사장 정보, 공사 정보, 포장 기법/포장 재료/포장 단면, 공정계획과 같은 Input 자료를 통해 최대 지체 시간과 지체 길이, 도로 이용자 비용, 공사비, 교통처리대책 비용 산출이 가능하다. 하지만 도로 재포장 공사에만 사용할 수 있으며 CA4PRS를 통해 산출되는 이용자 비용은 시간가치와 차량 운행 비용만 포함한다는 단점이 존재한다(한국도로공사 도로교통연구원, 2024).

Life Cycle Cost Analysis 및 CA4PRS 절차

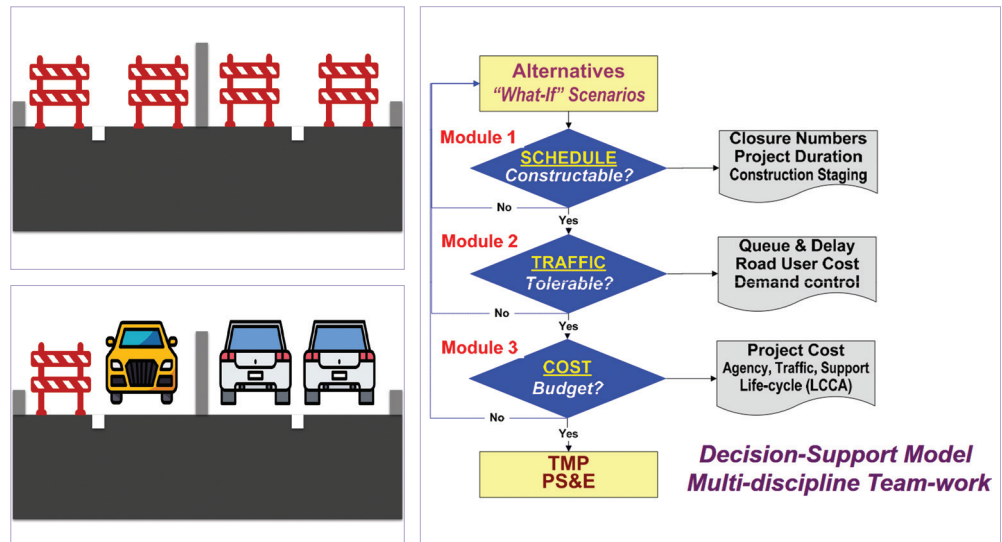


자료: Caltrans(2004; 2013)

교통차단 전략 선정 방안

유지보수 공법 선정 이외에 공사로 인한 교통영향을 최소화하기 위하여 캘리포니아 교통국에서는 Rehabilitation 사업과 같은 도로 유지보수 사업 시 정체시간이 30분 이상 발생할 것으로 예상될 때는 교통관리계획(Transportation Management Plan, TMP)을 통해 정체시간이 15분 또는 20분 미만인 되도록 설계한 이후에만 공사를 진행하도록 규정하고 있다. 도로 차단 시 차단시간 및 방법에 따라 주/야간, 주말/평일, 일부분 차단/전면 차단과 같은 도로 차단 방법에 관한 여러 시나리오를 구성하고 3단계에 걸친 검토 과정을 통해 최적의 차단 방법을 선정한다.

도로 차단 방법 예시 및 결정 과정



자료: Eul-Bum Lee(2010)



유지보수 사업의 규모가 클 때는 Full Closure와 같은 도로의 전면 차단방식을 고려할 수 있는데 캘리포니아 교통국에서는 차로 폐쇄 검토 위원회(District Lane Closure Review Committee)의 승인을 통해 전면 차단을 결정하고 있으며 공사기간이 75% 이상 단축될 때는 강력히 권장하고 있다. 또한, 콜로라도 교통국에서는 교통에 영향을 미치는 여러 요소를 검토한 이후에 전면 차단 시행 여부를 판단한다. 이처럼 미국에서는 대규모 유지보수 시 공사로 인한 영향을 최소화하고 비용을 절감하는 데 필요한 다양한 의사결정 방안을 체계화하여 활용하고 있다.

미국 콜로라도 교통국 전면 차단 검토 항목

항목	Favorable	Fair	Unfavorable
교통량 영향 (ADT × 차단일)	<50,000	50,000 ~ 100,000	>100,000
우회도로의 가능	차단 고속도로와 유사 또는 상위 등급의 도로	우회도로는 차단 고속도로와 다른 등급의 도로이지만 교통 처리용량이 유사	차단 고속도로 대비 하위 등급의 도로
국도 활용 여부	우회도로가 국도를 활용할 수 있는 경우	우회도로는 국도와 국도가 아닌 도로를 혼용	우회도로가 국도가 아닌 경우
지역사회의 영향	폐쇄된 고속도로 구간 내 직접적인 접근 지역이 없는 경우	폐쇄된 고속도로 구간 내 지역으로의 접근이 유사한 방법으로 가능한 경우	폐쇄된 고속도로 구간 내 지역으로의 접근할 수 없는 경우
우회로 인한 추가 이동거리	이동거리 3배 이하	3~5배 이동거리	이동거리 5배 이상
현지 기관 협력	협력이 필요치 않은 경우	협력기관 1개	2개 이상의 협력 기관
사전공지	2주 이상	1~2주 전 공지	1주일 미만의 공지
공사시간 단축	공사시간 >30% 단축	공사시간 0~30% 단축	공사시간 단축 없음

자료: CDOT(2004)

## 시사점

현재 국내에서도 도로의 노후화를 대비한 대규모 유지보수 사업을 추진하고 있으나 아직은 초기 단계로 도로 유지보수 공법 결정, 교통차단 전략 등과 같은 기준이 체계화되어 있지 않은 상황이다. 특히 대규모 유지보수 사업은 긴 구간을 장기간 차단하는 대규모 공사가 필요하지만, 미국 캘리포니아 사례처럼 합리적인 검토 절차 없이 교통차단 방식을 결정하고 있다. 그렇기에 차단방식에 관한 여러 대안 중 어떠한 차단 방법이 비용적으로 가장 효율적인지를 판단할 수 있는 방법론의 개발이 필요하다. 도로 노후를 대비한 유지보수 사업의 수요는 점차 증가할 전망이므로 국외 사례를 참고하여 교통관리계획 등과 같은 대규모 도로 유지보수 사업에 필요한 여러 주요 기준 및 절차를 지금부터 마련할 필요가 있다.

### 참고문헌

1. 박수진, 2017, 새로운 패러다임과 투자 전략 SOC
2. 이찬영, 2022, 미국의 연방교통법(IJA) 주요내용과 시사점
3. 한국도로공사 도로교통연구원, 2024, 고속도로 리모델링 사업 효과분석 및 통행제한 전략수립
4. Caltrans, 2004, Construction Analysis for Pavement Rehabilitation Strategies
5. Caltrans, 2013, Life-Cycle Cost Analysis Procedures Manual
6. CDOT, 2004, Full Closure Strategic Analysis
7. Congress of the United States Congressional Budget Office, 2015, Public Spending on Transportation and Water Infrastructure
8. Eul-Bum Lee, 2010, Construction Analysis for Pavement Rehabilitation Strategies
9. FHWA, 2019, Washington State I-90 Pavement Rehabilitation using Precast concrete Pavement



## 숫자로 보는 도로정책

# 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출 및 에너지원 전환 현황

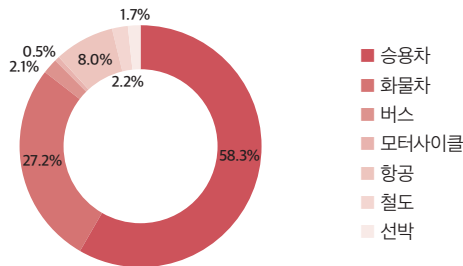
김재환

국토연구원 부연구위원  
anais30807@krihs.re.kr

### 분석 개요

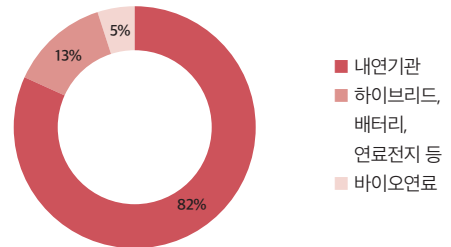
- 분석목적: 연간 교통 부문에서 배출되는 CO<sub>2</sub>와 신규 판매 차량 중 전기 또는 하이브리드 차 비율의 추이를 파악하여 탄소 저감 전략 수립에의 참고 자료로 활용
- 분석대상: 영미권(미국, 영국, 캐나다, 호주), EU 가맹국(독일, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등), 한국, 중국, 일본
- 활용데이터: Eurostat(2024), IEA(국제에너지기구) Energy Efficiency Indicators(2021) 및 Global EV Outlook(2024), International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2024), World Resources Institute Climate Watch(2023) 자료 참조

### 교통 부문 수단별 에너지 소비 비중(2019)



자료: IEA Energy Efficiency Indicator(2021)

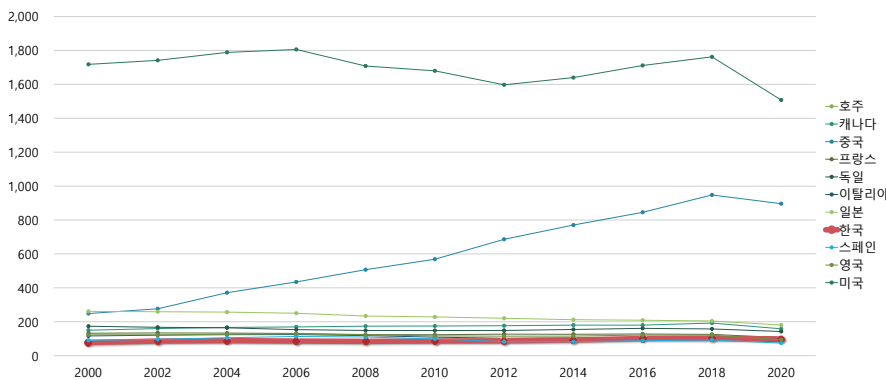
### 도로 부문 동력원별 에너지 소비 비중(2022)



자료: IEA Net Zero Roadmap(2023)

- 국제에너지기구 기준 교통 부문 전체 에너지 소비 중 88%가 도로에서 발생하고 이 중 CO<sub>2</sub>의 배출로 직결되는 내연기관으로 인한 연료 소비가 87%를 차지

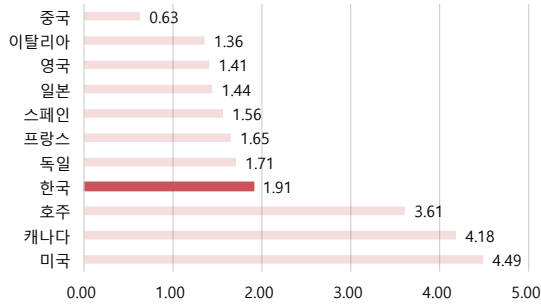
### 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출량 및 추이(백만 t, 2000~2020)



자료: World Resources Institute Climate Watch(2023)

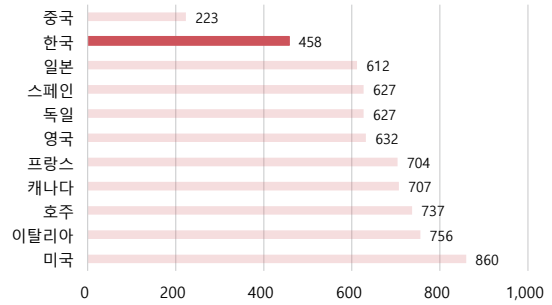
- 미·중 양국이 세계 교통 부문 CO<sub>2</sub>의 1/3을 배출하고 있으며 특히 최근 20년간 중국의 배출량이 4배가량 증가
  - 국내 항공 교통이 발달한 미국도 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출 70%가 도로에서 발생(미국 연방 정부, 2022)
- 2020년 기준 한국의 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출량은 세계 14위로 코로나와 기타 정책 요인에 따라 소폭 감소 추세
  - 인구와 경제 규모가 유사하거나 더 큰 이탈리아, 영국, 스페인 등보다 많이 배출
  - 2050년 탄소 중립 달성을 위해 친환경 차 보급 및 대중교통 이용 활성화 등 도로 부문 대책 강화 필요

### 1인당 교통 부문 CO<sub>2</sub> 배출량(t, 2020)



자료: World Resources Institute Climate Watch(2023)

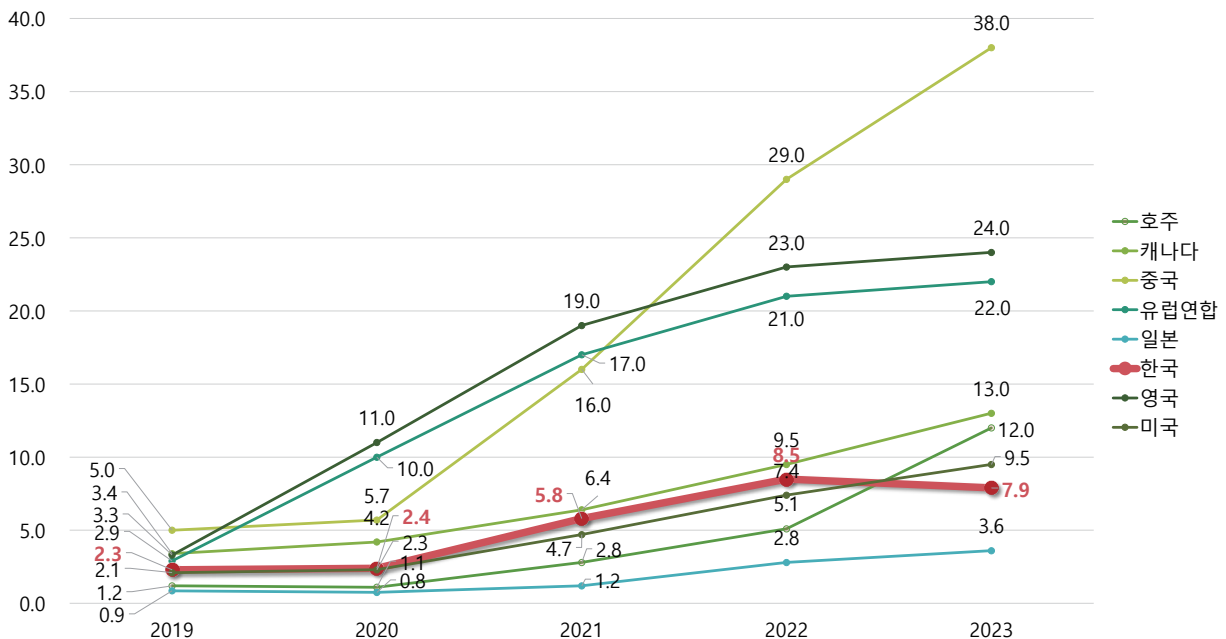
### 1,000인당 등록 자동차 대수(대, 2020)



자료: International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, Eurostat(2024)

- 한국의 교통 부문 1인당 CO<sub>2</sub> 배출량은 국토 면적이 넓고 인구밀도가 낮아 자동차(또는 항공) 위주 생활방식이 극대화된 북미나 호주보다는 낮으나 인구가 더 많고 산업구조가 고도화된 서유럽 선진국 및 일본보다 높은 상태
  - 인구 1,000명당 차량 등록 대수가 영미권 및 유럽 주요국의 60~70% 수준임에도 인당 배출량은 더 많은 상황
  - 개별 차량이 일상적으로 더 긴 시간에 걸쳐 운행하고 비 내연기관 차량 비중이 낮은 것에 기인한 것으로 추정
  - 2023년 기준 국내 근로자 평균 통근 시간은 약 73분(통계청, SK텔레콤)으로 OECD 가맹국 중 최장 수준

### 연도별 판매 신차 중 전기 및 하이브리드 차 비율(% , 2019~2023)



자료: IEA Global EV Outlook(2024)

- 국내 연간 판매 신차 중 전기·하이브리드 차의 비중은 계속 증가 중이나 유럽/중국 등에 비해 낮은 상황
  - 기존 전기차 세제 혜택, 보조금 등 제도적 유인책과 함께 수요에 대응한 충전소 등 관련 인프라 확충 필요
  - 2023년 중국의 전기차 충전기는 총 860만여 대로 전년 대비 65% 증가(중국 공업정보화부, 2023)하였으며 2025년까지 주요 고속도로 급속 충전기 설치율은 80% 기타 지역은 60% 이상 달성을 목표로 설정
  - 유럽연합(EU)은 2035년까지 무탄소 합성연료 외 내연기관 퇴출을 목표로 모든 가맹국 내 주요 도로에 최소 150kW 이상 출력 급속 충전소를 60km마다 설치하고 비접촉식 결제가 가능하도록 규정(유럽연합, 2023)
  - 유럽 고속도로 600여 곳에서 350kW급 초급속(40분 이내 20% → 100%) 충전 가능(국내 고속도로 200kW 급속 충전기는 '23.09. 기준 123기, 2030년까지 전국에 설치 예정인 충전기 중 급속 충전기는 12%)
- 전기차의 지속 가능한 보급을 위해 시설의 양적 확충뿐만 아니라 이용객 편의 향상을 위한 질적 요소 고려 필요
  - 급속 충전기의 충분한 설치와 함께 내비게이션-차량-충전소 이용 정보 실시간 연계로 적정 경유 충전소와 예상 도착 시간을 안내하는 서비스, 통합 카드 결제 플랫폼 구축, 충전기 규격 및 통신 프로토콜 표준화 등 필요



**국토연구원 홈페이지(www.krihs.re.kr)**

홈페이지를 방문하시면 도로정책Brief의 모든 기사를 볼 수 있습니다.  
홈페이지에서 회원가입을 하시면 메일링서비스를 통해 도로정책Brief를 받아 볼 수 있습니다.

- 발행처 | 국토연구원    • 발행인 | 심교언
- 주소 | 세종특별자치시 국책연구원로 5    • 전화 | 044-960-0269    • 홈페이지 | www.krihs.re.kr

※ 도로정책Brief에 수록된 내용은 필자 개인의 견해이며 국토교통부나 국토연구원의 공식적인 견해가 아님을 밝힙니다.

