



기본 | 18-01

2040 국가간선도로의 미래상 연구

Future Prospects and Strategies for National Arterial Road

김호정 외

기본 18-01

2040 국가간선도로의 미래상 연구

Future Prospects and Strategies for National Arterial Road

김호정 외

■ 연구진

김호정 국토연구원 선임연구위원(연구책임)

이춘용 국토연구원 선임연구위원

고용석 국토연구원 연구위원

윤서연 국토연구원 책임연구원

김상록 국토연구원 연구원

■ 연구심의위원

정일호 국토연구원 선임연구위원

이백진 국토연구원 국토인프라연구본부장

김종학 국토연구원 인프라정책연구센터장

김준기 국토연구원 연구위원

이용우 국토연구원 선임연구위원

김경석 공주대학교 교수

김창기 국토교통부 사무관

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 미래 국토공간구조 변화와 인구감소, 고령화 진행, 4차산업혁명 등 신기술 도입 등 미래 환경변화를 종합적으로 고려한 국가간선도로 대응전략 마련 필요
- 2 (국가간선도로 미래상) 국토공간구조 변화와 미래 환경변화에 대응 가능한 도로정책 발전 방향을 도출하는 방법론 정립
 - 국토공간구조 변화는 기존 연구의 4가지 시나리오 전제(메가도시권 성장, 자족적 분립, 분산적 집중, 다중심초연결)
 - 전문가 설문조사를 기준으로 장래 도로교통수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망
 - 국토공간구조 변화에 대응한 국가간선도로의 기능과 역할을 제시
- 3 국가간선도로 미래상 구현을 위해 정책적 측면에서는 국가의 역할강화 방안과 관리 측면에서 기술변화에 대응한 도로관리체계 도입방안 및 실천전략을 제시

본 연구보고서의 정책제안

- 1 (국가역할 강화) 메가도시권간 연계성 제고를 위해 초고속교통수단과 기능과 역할분담을 통한 초고속도로 도입 검토
- 2 (간선서비스 유지 및 관리) 최종목적지(Last one mile Service)까지의 연계서비스 강화에 집중하고, 노후화가 예상되는 간선도로의 관리체계 강화 필요
- 3 (도로기능별 선택과 집중 관리) 분산된 도시권에 균등한 이동서비스를 제공하기 위해 국가 관리가 필요한 도로, 간선기능이 수행가능한 도로 등 전략적 관리체계 마련
- 4 (도로기능의 다각화) 사물인터넷, 자율주행 환경 등 기술변화에 대응 가능한 '디지털 인프라' 체계를 구축하고, 지하-도로-지상 등 도로공간의 복합적 활용 방안 마련



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 필요성

- 1992년부터 추진중인 전국간선도로망(7×9)계획은 2020년 목표 전구간 완공 이후도로의 기능과 역할에 대한 지속적인 논의가 요구되고 있음
- 최근 신정부에서는 복지예산 확보 등으로 SOC예산의 급감이 예상되는 반면, '80~'90년대 집중적으로 공급된 SOC시설의 노후화 또한 급속히 진행중
- 또한 지방지역을 중심으로 인구감소가 가속화되고, 4차산업혁명시대의 도래로 자율주행차, 드론, AI 등 신기술 등이 가져올 도로교통부문의 다양한 변화에 대한 검토가 요구됨
- 이러한 시점에서 국토종합계획, 국가기간교통망 계획 등 국가최상위계획 등이 새롭게 갱신될 시기 도래하였으며, 이에 다양한 국토환경변화에 대응하여 장래 도로교통수요의 변화를 객관적이고 미래지향적으로 전망 필요
- 또한 미래 신기술 도입이 도로부문에 미치는 영향에 대한 정성적 검토 요구됨

□ 연구의 목적

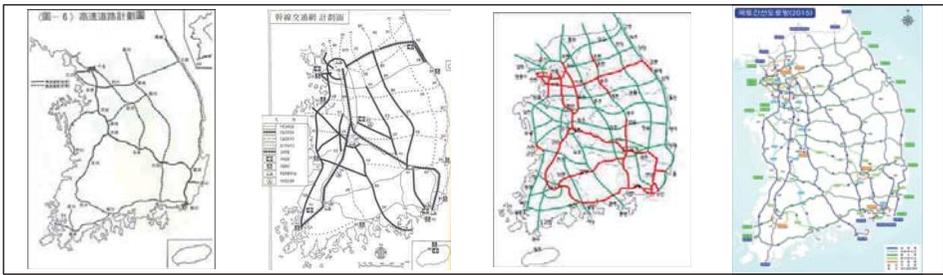
- 미래 환경변화 가운데 도로교통부문에 영향을 미치는 다양한 변화요인을 도출하고, 국토공간변화와 신기술 개발 등을 종합적으로 고려한 국가간선도로의 대응전략 마련
- 미래 국토공간구조의 변화를 고려하여 국토계획과 교통계획의 정합성을 제고하고 국토공간구조 변화와 핵심요인을 기준으로 국가간선도로 미래상 정립
- 4차 산업혁명시대를 대표하는 자율주행자동차, AI, 드론 등 신기술 도입이후 국가간선도로를 중심으로 국가의 역할 강화 필요성과 신기술 측면의 적용 가능성 등을 검토하여 미래지향적 도로정책방향 제시

2. 국가간선도로 구축 성과와 과제

□ 국토계획 추진과 국가간선도로의 발달 과정

- 1972년 제1차 국토종합개발계획을 시작으로 제4차 국토종합계획 재수정계획이 수립된 현재까지 국토계획에 따른 국가간선도로의 발달 과정을 검토

그림 1 | 국가간선도로망 변화과정

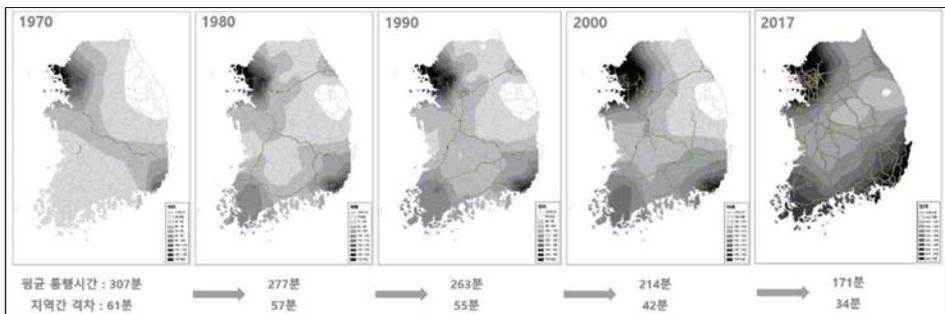


〈제1차 국토종합개발계획〉 〈제3차 국토종합개발계획〉 〈제4차 국토종합계획〉 〈제1차 국가도로종합계획〉
 자료: 국토종합개발계획(1972~1981), 제3차 국토종합개발계획(1992~2001), 제4차 국토종합계획(2000~2020), 제1차 국가도로종합계획(2016~2020).

□ 국가간선도로 구축의 성과

- 45년간 국가간선도로망 구축으로 지역간 접근성 변화 등 교통서비스 향상
 - 지역간 통행시간이 42% 단축되어 전국 1일 생활권이 구현

그림 2 | 국토계획 및 간선도로망 변화 추이와 전략

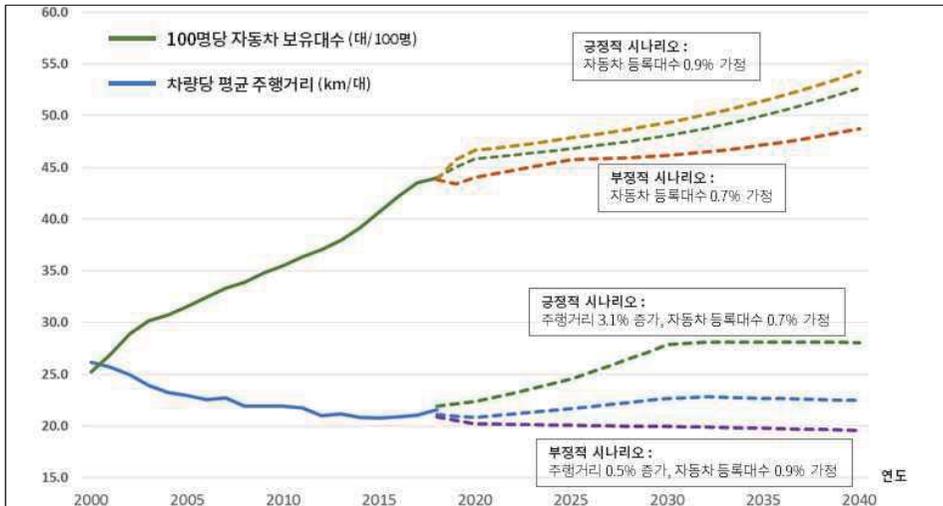


자료: 국토교통부, 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020). p.23을 바탕으로 저자가 2017년 수치 갱신

□ 장래 국가간선도로 계획의 과제

- 7×9 간선망 계획 이후 국토공간구조 등 여건변화에 따른 탄력적 대응이 미흡
- 특히 대도시권 광역화, 광역경제권 등의 형성에 대응하기 위한 대도시권 순환 고속도로 계획을 수립하였으나, 현재까지도 대도시권의 혼잡은 지속
- 최근 급격한 인구감소 가속화와 4차 산업혁명시대 등 사회·경제 전반의 환경변화에 대응할 수 있는 계획이 요구됨
- 기존의 장래 예측은 통행패턴 및 이용행태는 유지한채 사회경제지표의 변화만을 반영하였으나, 사회구조가 변화하고 도로 관련 기술이 크게 발전하면서 선형적(Linear) 예측방식에 대한 개선이 요구됨
- 저출산·고령화, 인구절벽 등 교통수요 감소, 행복도시, 혁신도시 등 국토공간의 다핵화에 따른 주행거리 증가, 자율주행차 상용화로 인한 운전진입 장벽 완화와 차량 보유대수 증가 등 장래 VKT 및 교통수요에 영향을 미칠 수 있는 요인이 급증
- 도로교통부문의 급변하는 환경에 대응할 수 있는 다양한 미래 시나리오를 고려한 도로교통수요 예측을 통해 미래지향적 교통계획 수립 지향 필요

그림 3 | 도로이용패턴 변화 분석



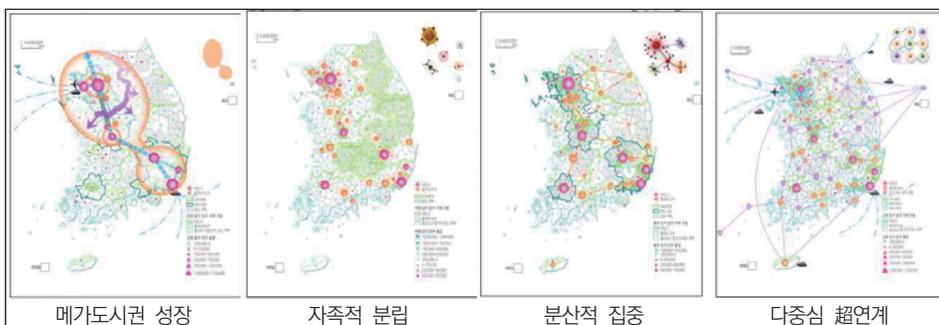
자료: 저자 작성

3. 미래 환경변화와 도로교통부문의 영향

□ 국토 공간구조 재편 시나리오

- 국토 공간구조 재편에 대한 시나리오(이용우 외, 2014)를 바탕으로 각각의 계획·개발 기초를 효율적으로 뒷받침할 수 있는 간선도로의 역할과, 상대적으로 낙후될 수 있는 지역의 이동성과 접근성을 보장할 수 있는 보완방안을 제시

그림 3 | 국토공간구조 미래시나리오

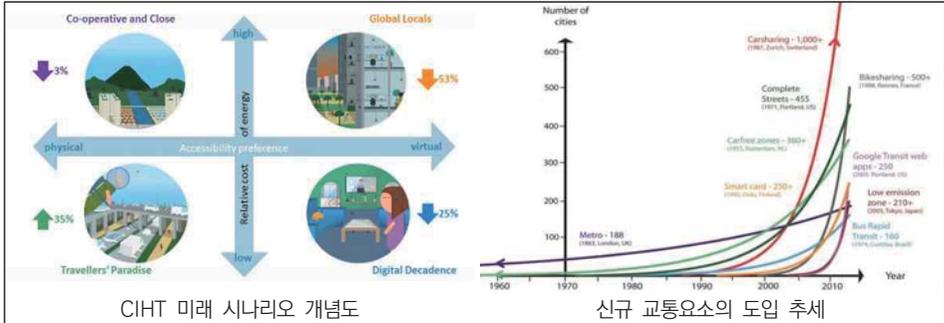


자료: 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ). 2014. 이용우외. pp.85-110 자료를 저자가 재구성

□ 교통부문 미래 전망 해외 사례

- 영국의 도로교통협회(CIHT)는 미래 교통 부문의 변화에 대비한 ‘CIHT FUTURES’ 이니셔티브를 통해 4가지 시나리오에 따른 메시지와 권고사항을 제안
- 매킨지앤컴퍼니는 도시 이동성에 큰 영향을 미치는 7대 요소(공유 모빌리티, 자율주행 등)를 선정하고, 도시별로 유형과 특징에 맞춰 대응방안을 제안
- 빅토리아 교통정책연구소는 현재의 교통시스템과는 현격히 다른 새로운 시스템으로의 전환을 전망하며, 이에 대응 가능한 새로운 계획 패러다임이 필요함을 주장
- 해외 사례들에서 공통적으로 현 시점을 교통부문의 중대한 변화시기로 판단하고, 다양한 접근방법을 활용하여 불확실한 미래 변화를 예측하려는 시도 중
- 기존 국가간선도로 계획은 사회경제적 지표의 성장에 맞춰 선형적 예측을 바탕으로 수립이 되어 왔으나, 본 연구에서는 다양한 불확실성을 고려한 장기적인 시각을 바탕으로 국가간선도로에 요구되는 미래상을 도출하고자 함

그림 3 | 국토공간구조 미래시나리오



자료: CIHT, 2016. Uncertainty Ahead: Which Way Forward for Transport?. p.11, Hidalgo D., and Zneg H. On the move: Pushing sustainable transport from concept to tipping point. 2013. EMBARQ

□ 미래 환경변화와 도로교통부문의 영향

- 메가트렌드 등 미래 사회변화를 거시적으로 예측하기 위해 STEEP 분석을 사용하여 국토교통부문 미래 변화를 파악하고 외부 변화요인을 도출
- 또한 도로 관련 전문가 100인을 대상으로 “국가간선도로 변화 방향” 및 “20년 후 국가간선도로의 모습”에 대하여 설문조사를 수행
- 두 조사 결과를 종합하여 미래 환경변화를 전망하여 국가간선도로의 수요 및 기능과 연관성이 높은 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인을 선정

표 1 | 미래 도로부문 메가트렌드와 세부 변화요인

| 메가트렌드 | 세부 변화요인 | | |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1. 인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | · 1인 가구 가속화 | |
| 2. 가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | · 소비욕구 다양화 | · 공유경제 심화 |
| 3. 도시 양극화 | · 메가시티 확대 | · 비 대도시권 쇠퇴 | |
| 4. 기술 변혁의 가속 | · 자율주행차량 상용화 · 도심부 지하도로 건설 | · 초고속수단 도입 | · 디지털화, 초연결사회 도래 |
| 5. 경제 글로벌화 및 산업구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 · 산업/지역/직종간 양극화 | · 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 |
| 6. 환경 중요성 및 에너지 위기 | · 에너지 생산, 저장 도로 등 친환경도로 개발 | · 재난 및 재해 증대 | · 에너지 부족 및 가격상승으로 에너지 소비패턴 변화 |

자료: 저자 작성

4. 국가간선도로 미래상 전망

□ 미래 환경변화에 대응한 국가간선도로의 핵심과제

- 국가간선도로의 미래상이란 미래 환경변화 가운데 도로교통부문 관련 변화를 고려하여 대응 가능한 도로정책의 발전방향을 제시하는 것임
- 국토공간구조의 변화 전망과 미래 환경변화 등을 고려하여 2개 핵심과제를 도출
 - ① 도로교통수요가 계속 증가할 것인가?
 - ② 국가간선도로의 기능은 어떻게 바뀔 것인가.
- 2차례 전문가 설문조사를 통해 앞서 선정한 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화 요인이 2개 핵심과제에 미치는 영향의 방향과 정도를 분석
- 분석 결과, 평균적으로 도로교통 수요는 5.1%가 증가할 것으로 전망되었으며, 간선도로의 기능은 여전히 이동성이 중요할 것으로 전망

표 2 | 전문가 설문조사 결과 요약

| 메가트렌드 | 세부 변화요인 | 도로교통 수요 변화 | | 기능 변화 |
|----------------------|-----------------------|------------|-------|-------|
| | | 방향 | 변화율 | |
| 1. 인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | 감소 | -6.8% | 접근성 |
| | · 1인 가구 가속화 | 증가 | 3.2% | 이동성 |
| 2. 가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | 증가 | 7.5% | 이동성 |
| | · 소비욕구 다양화 | 증가 | 6.6% | 이동성 |
| | · 공유경제 심화 | 증가 | -0.4% | 접근성 |
| 3. 도시 양극화 | · 메가시티 확대 | 증가 | 4.1% | 이동성 |
| | · 비 대도시권 쇠퇴 | 감소 | -2.1% | 이동성 |
| 4. 기술 변혁의 가속 | · 자율주행 차량 상용화 | 증가 | 6.8% | 이동성 |
| | · 초고속수단 도입 | 증가 | 2.1% | 이동성 |
| | · 디지털화, 초연결사회 도래 | 감소 | -3.6% | 이동성 |
| | · 도로의 상부 및 지하공간 복합 활용 | 증가 | 2.7% | 이동성 |
| 5. 경제 글로벌화 및 산업 구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 | 증가 | 3.7% | 이동성 |
| | · 지식서비스 산업 중심 경제구조 개편 | 보통 | 0.5% | 이동성 |
| | · 산업/지역/직종간 양극화 | 보통 | -0.2% | 이동성 |
| 6. 환경 중요성 및 에너지 위기 | · 에너지 생산, 저장 등 친환경도로 | 보통 | 1.6% | 이동성 |
| | · 재난 및 재해 증대 | 보통 | -1.6% | 이동성 |
| | · 에너지 부족 및 가격상승 | 감소 | -5.0% | 이동성 |
| 평 균 | | 증가 | 5.1% | 이동성 |

자료: 저자 작성

□ 국가간선도로 미래상

- STEEP 분석 및 전문가 조사를 통해 도출된 미래 환경변화 전망과 함께 교통수요 변화와 도로기능 변화에 따른 국가간선도로 미래상 시나리오를 도출
- 시나리오 1 : 국가간선도로 역량 확대 및 강화
 - 빠르고 편리하고 안전한 지역간 이동성 집중(초고속도로), 다양한 네트워크 운영관리, 기타 도시권에서는 기존 인프라 유지관리 집중
- 시나리오 2 : 기존 간선서비스 유지 및 관리
 - 교류가 이루어지는 도시간 연계체계 확충, 공동화 지역의 인프라 관리
- 시나리오 3 : 도로기능별 선택과 집중 관리
 - 분산된 도시권의 기능별 연계체계를 도시특성별 차별화하는 간선서비스 제공
- 시나리오 4 : 도로기능의 다각화
 - 다양한 디지털기술을 활용한 '디지털 인프라' 구축 방안 마련

그림 3 | 국토공간구조 미래시나리오



자료: 저자 작성

표 3 | 시나리오 요약

| 구분 | | 시나리오 1 국가 역할 강화 | 시나리오 2 유지 및 관리 | 시나리오 3 선택과 집중 | 시나리오 4 기능 다각화 |
|----------------|---------------|---|---|---|--|
| 국토 공간 | 시나 리오 | 메가도시권 성장 | 자족적 분립 | 분산적 집중 | 다중심초연결 |
| | 특징 | ·메가수도권 인구비중 70%, 1인 가구 증가 ·초광역적 서비스 공급체계 강화 | ·수도권 인구집중 지속, 자족기능 도시 중심으로 성장 ·인구과소지역 행정통합 진행 | ·수도권 인구 정체, 지방대도시권 인구 유지 ·대도시, 중소도시 등 기능적 분담을 통해 유기적 연계 | ·수도권 인구 분산, 중규모도시 인구 증가 ·서비스 공급의 모듈화로 균등한 서비스 제공 가능 |
| 도로 교통 | 특징 | 수요 ↑, 기능(이동) | 수요 ↓, 기능(이동) | 수요 ↑, 기능(접근) | 수요 ↓, 기능(접근) |
| | 교통 수요 | ·대도시 집중 증가와 도시권 확산 등으로 통행수요가 증가 | ·지방대도시와 주변도시간 연계 활성화로 중단거리 중심 통행 | ·분산된 대도시권 간 연계 강화로 교통수요 증가 | ·IoT, 드론 등 도로가 아닌 디지털인프라 중심의 통행변화로 도로를 이용한 교통수요는 감소 |
| | 도로 기능 | ·메가도시권 형성으로 장거리 지역간 이동 강조 | ·중규모 도시간 연계성 강조 | ·도시권의 기능분담으로 도시권내 주요 시설접근성 중요 | ·도시축소 등의 영향으로 도시내 다양한 시설로의 접근 중요 |
| | 예상 문제 점 | ·메가도시권 형성으로 기존 도시간 서비스 격차 심화 예상 | ·수도권 중심 교통인프라 이용 증가 ·중규모 도시 인프라 시설 노후화 예상 | ·수도권 기능 정체로 인한 신규 건설 미흡, 기존 시설을 이용한 도시간 효율적 연계 체계 마련 필요 | ·도시의 중심성이 감소하여 기존 인프라 활용성 감소 |
| 국가 간선 도로 | 과제 | 국가간선도로 역량 확대 및 강화 | 기존 간선서비스 유지 및 관리 | 도로기능별 선택과 집중 관리 | 도로기능의 다각화 |
| | 역할 | ·(메가도시권) 빠르고 편리하고 안전한 지역간 이동성 집중(초고속도로), 다양한 네트워크 운영관리 ·(기타도시권) 기존 인프라 유지관리 중요 | ·(지방대도시) 교류가 이루어지는 도시간 연계체계 확충(기타) 통행비용 증가로 이용률이 감소하는 공동화 지역의 인프라 관리 필요 | ·(대도시권) 분산된 도시권의 기능별 연계체계를 도시특성별 차별화하는 간선서비스 제공 ·(도시권내) 중규모/소규모 도시의 균형 있는 연계 서비스 제공 집중 | ·(종합) 다양한 디지털 기술을 활용한 '디지털 인프라' 구축 방안 마련 · 기술변화를 수용할 수 있는 도로를 중심으로 국가 역할 강화 |

자료: 저자 작성

5. 국가간선도로 미래상 구현을 위한 정책제언

- 국가간선도로 미래상 구현을 위해 정책/관리측면의 기본방향을 설정하고, 세부 과제별 국가의 역할을 고려한 실천전략과 정책적 활용방안 측면의 정책제언을 제시
- 국가 간선도로가 미래 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 정부의 역할은 도로이용자가 요구하는 서비스를 제공할 수 있으며, 변화된 제도를 운영하는 제도 운영자이고, 국가가 건설·유지관리하는 공공 자산을 관리하고, 기술개발 등을 위해 산·학·연의 협력적 공동수행의 협력자의 역할을 담당
- 정부의 역할을 서비스 제공자, 제도운영자, 자산 관리자, 공동수행 협력자 등으로 구분하여 세부 추진전략을 제시

표 4 | 국가간선도로의 미래상 구현을 위한 정부의 역할 및 실천 전략

| 구분 | 과제 | 정부 역할 | 실천 전략(안) |
|--------------------------|---------------------|-----------------------------------|---|
| 정책 : 국가 역할 강화 | 초고속도로 도입 | 자산 관리자 서비스제공자 제도운영자 공동수행 | · 시범축 대상으로 규정속도 상향 조정 및 선형개량 · 초고속도로 건설 검토 |
| | 수요맞춤형 신규 네트워크 공급 | 자산 관리자 서비스 제공자 | · 메가도시권 내 교통수요를 면밀히 조사하여 이를 충족할 수 있도록 네트워크 보완 |
| | 국가간선도로 개념 재정립 | 제도 운영자 | · 선진국 국가간선망 및 전략도로망 운영현황 파악 및 국내 적용방안 마련 |
| | 도로공간의 복합적 활용 | 서비스 제공자 공동수행 | · 해외 도로공간 복합활용 사례 파악 및 국내 후보지 검토 · 관련 법제도 마련 |
| 관리 : 기술변화에 대응한 도로관리체계 도입 | 국가 차원의 네트워크 운영체계 도입 | 자산 관리자 서비스 제공자 | · 도로가 수행하는 기능에 따른 분류기준 마련 · 신기술 발전양상을 파악하여 이를 반영한 도로기능분류, 지정, 관리 기준 마련 |
| | 디지털 인프라 체계 구축 | 공동수행 | · R&D를 통한 기술 양성 · 관련 민간주체와 협력 · 도로 데이터 고도화 기술 양성 |
| | 안전성 확보 | 제도운영자 | · 신기술 상용화 시 필요한 안전요소를 파악하여 도로시설기준 마련 |
| | 친환경 수단 도입 기반 마련 | 제도 운영자 공동수행 | · 대체에너지 및 에너지 하베스팅 기술이 활용될 수 있도록 제도 마련 · 관련 민간분야와 협업 |

자료: 저자 작성

차례

CONTENTS

| | |
|--------------------|-----|
| 주요 내용 및 정책제안 | i |
| 요 약 | iii |

제1장 서론

| | |
|--------------------------|----|
| 1. 연구의 배경 및 목적 | 3 |
| 2. 연구 범위 및 방법 | 5 |
| 3. 선행연구 검토 및 차별성 | 9 |
| 4. 연구의 정책·학술적 기대효과 | 11 |

제2장 국가간선도로 구축 성과와 과제

| | |
|---------------------------------|----|
| 1. 국토계획 추진과 국가간선도로의 발달 과정 | 15 |
| 2. 국가간선도로 구축의 성과 | 24 |
| 3. 장래 국가간선도로 계획의 과제 | 28 |

제3장 미래 환경변화와 도로교통부문의 영향

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. 국토 공간구조 재편 시나리오 | 41 |
| 2. 교통부문 미래 전망 해외 사례 | 46 |
| 3. 미래 환경변화와 도로교통 부문의 영향 | 55 |

제4장 국가간선도로 미래상 전망

- 1. 미래 환경변화에 대응한 국가간선도로의 핵심과제 69
- 2. 핵심과제를 고려한 시나리오 설정 81
- 3. 국가간선도로 미래상 102

제5장 국가간선도로 미래상 구현을 위한 정책제언

- 1. 기본 방향 107
- 2. 정부의 역할 및 실천 전략 112
- 3. 정책제언 115

제6장 결론

- 1. 연구 요약 121
- 2. 향후 연구과제 124

참고문헌 126

SUMMARY 131

부 록 134

표차례

LIST OF TABLES

| | |
|--|----|
| 〈표 1-1〉 선행연구 검토 | 10 |
| 〈표 2-1〉 주행거리 변화 추이 (2007~2017) | 25 |
| 〈표 2-2〉 계획별 장래 VKT 예측 결과 비교 | 32 |
| 〈표 2-3〉 사회경제지표 보정을 통한 장래 VKT 예측 결과 비교 | 34 |
| 〈표 2-4〉 여객통행 O/D 배포연도별 여객통행 통행거리 변화 분석 | 36 |
| 〈표 3-1〉 도시 이동성 변화의 주요 요인 | 48 |
| 〈표 3-2〉 도시유형별 미래 시나리오 | 49 |
| 〈표 3-3〉 교통수요 영향요소 및 영향 | 50 |
| 〈표 3-4〉 STEEP 분석 대상 참고문헌 목록 | 57 |
| 〈표 3-5〉 메가트렌드 STEEP 분석 결과 | 58 |
| 〈표 3-6〉 미래 환경변화 전망 | 60 |
| 〈표 3-7〉 1차 설문조사 결과 | 63 |
| 〈표 3-8〉 미래 환경변화와 도로교통부문 영향 | 64 |
| 〈표 3-9〉 재선정한 미래 도로부문 메가트렌드와 세부 변화요인 | 66 |
| 〈표 4-1〉 2, 3차 전문가 설문조사 개요 | 75 |
| 〈표 4-2〉 전문가 설문조사 결과 요약 | 77 |
| 〈표 4-3〉 최근 10년간 주행거리 변화 추이 (2008~2017) | 78 |
| 〈표 4-4〉 KTDB 전국 지역간 주수단통행량 | 78 |
| 〈표 4-5〉 미래 총통행거리 예측 결과 | 79 |
| 〈표 4-6〉 미래 변화요인 비교 | 80 |
| 〈표 4-7〉 미래예측 방법론 구분 | 81 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 4-8〉 미래예측 방법론 비교 | 82 |
| 〈표 4-9〉 국내 인구 및 고령화, 1인가구 현황 | 93 |
| 〈표 4-10〉 레벨 4 자율주행차 출시 목표 시점 | 94 |
| 〈표 4-11〉 시나리오 별 변화요인 적용 | 96 |
| 〈표 4-12〉 시나리오 별 변화요인 기준 및 수요 변화율 | 97 |
| 〈표 4-13〉 지역별 통행시간 변화 | 99 |
| 〈표 4-14〉 국가간선도로 혼잡구간 변화 | 99 |
| 〈표 4-15〉 시나리오 요약 | 101 |
| 〈표 5-1〉 국가간선도로의 미래상 구현을 위한 정부의 역할 및 실천 전략 | 114 |

그림차례

LIST OF FIGURES

| | |
|---|----|
| 〈그림 2-1〉 제 1, 2차 국토종합개발계획 | 17 |
| 〈그림 2-2〉 제 1, 2차 국토종합개발계획의 전국 간선도로망 계획 | 17 |
| 〈그림 2-3〉 전국간선도로망 초기 계획과정 | 18 |
| 〈그림 2-4〉 제3~4차 국토종합계획 | 20 |
| 〈그림 2-5〉 제3~4차 국토종합계획의 간선도로망계획 | 21 |
| 〈그림 2-6〉 국가간선도로망 변화과정 | 23 |
| 〈그림 2-7〉 국토계획 및 간선도로망 변화 추이와 전략 | 26 |
| 〈그림 2-8〉 전국 간선도로망 건설 추이 | 26 |
| 〈그림 2-9〉 지역별 통행시간 단축효과 | 27 |
| 〈그림 2-10〉 전국 시대별 고속도로 서비스지역 변화 | 27 |
| 〈그림 2-11〉 인구분포의 변화 | 28 |
| 〈그림 2-12〉 국가간선도로와 성장거점 간 연계 현황 | 29 |
| 〈그림 2-13〉 계획별 장래 VKT 예측 결과 비교 | 33 |
| 〈그림 2-14〉 사회경제지표 보정을 통한 장래 VKT 예측 결과 비교 | 34 |
| 〈그림 2-15〉 도로이용패턴 변화 분석 | 35 |
| 〈그림 2-16〉 국외 미래 도로교통수요 예측 비교 | 37 |
| 〈그림 3-1〉 국토공간구조 미래시나리오 | 45 |
| 〈그림 3-2〉 CIHT 미래 시나리오 개념도 | 47 |
| 〈그림 3-3〉 미국 차종별 VMT와 신차판매비율 예측 | 51 |
| 〈그림 3-4〉 신규 교통요소의 도입 추세 | 52 |
| 〈그림 3-5〉 기하급수적 발전에 대한 일반적 예측오류 | 53 |
| 〈그림 3-6〉 가트너가 분석한 신기술의 하이프사이클 | 54 |

| | |
|--|-----|
| 〈그림 3-7〉 전략수립 과정에서의 STEEP 분석의 역할 | 55 |
| 〈그림 3-8〉 미래 변화요인 및 핵심과제 도출 과정 | 61 |
| 〈그림 3-9〉 1차 설문조사 결과 | 62 |
| 〈그림 4-1〉 국가간선도로 미래상 도출 개념 | 70 |
| 〈그림 4-2〉 도로의 이동성과 접근성 개념도 | 71 |
| 〈그림 4-3〉 도로 기능에 따른 도로 구분도 | 73 |
| 〈그림 4-4〉 도로의 유형과 기능 | 74 |
| 〈그림 4-5〉 전문가 설문조사 결과 - 도로교통 수요 변화 | 76 |
| 〈그림 4-6〉 전문가 설문조사 결과 - 도로 기능 변화 | 77 |
| 〈그림 4-7〉 FTD 2050 Model과 KTDB의 비교 | 79 |
| 〈그림 4-8〉 국가간선도로 미래상 시나리오 도출 흐름도 | 83 |
| 〈그림 4-9〉 시나리오 1 개념도 | 85 |
| 〈그림 4-10〉 시나리오 2 개념도 | 87 |
| 〈그림 4-11〉 시나리오 3 개념도 | 89 |
| 〈그림 4-12〉 시나리오 4 개념도 | 91 |
| 〈그림 4-13〉 국내 카셰어링 시장 규모 | 93 |
| 〈그림 4-14〉 시나리오 별 수요변화 (2040년 기준) | 98 |
| 〈그림 4-15〉 시나리오 별 혼잡구간 변화 | 100 |
| 〈그림 4-16〉 국가간선도로 미래상 | 104 |
| 〈그림 4-17〉 미래 국가간선도로 개념도 | 104 |
| 〈그림 5-1〉 미래모빌리티 구현을 위한 시설별 요구수준 사례 | 111 |
| 〈그림 5-2〉 대응과제 별 정책활용방안 | 118 |



1

CHAPTER

서론

- 1. 연구의 배경 및 목적 | 3
- 2. 연구 범위 및 방법 | 5
- 3. 선행연구 검토 및 차별성 | 9
- 4. 연구의 정책 · 학술적 기대효과 | 11

서론

본 장에서는 「제4차 국토종합계획 재수정계획」, 「국가기간교통망계획」 등 국가상위계획의 목표연도 도래에 따른 계획수립의 방향 설정 필요성을 연구의 배경으로 하여 국가간선도로의 정책방향 설정을 연구목적 설정과 연구의 범위, 연구수행방법 등을 설명하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경 및 필요성

국가 최상위계획인 「제4차 국토종합계획 재수정계획」, 「국가기간교통망계획」의 목표연도가 각각 2020년과 2021년으로 계획의 갱신 시기가 도래되었다. 최근 국토교통부는 「제5차 국토종합계획」 수립에 착수하였고, 「제2차 국가기간교통망계획」을 수립 예정이다. 이와 더불어 도로법상의 최상위계획인 국가도로종합계획도 지난 2016년에 수립·고시되었으나 상위계획과의 정합성을 고려하여 2020년까지 한시적인 계획으로 수립한 바 있다.

1992년부터 추진중인 전국간선도로망(7×9)계획은 2020년 전 구간 완공을 목표로 추진하여 왔으나, 일부 사업 등에서 도로의 기능과 역할에 대한 지속적인 논의가 요구되고 있다. 전국간선도로망계획은 제3차 국토종합계획에서 처음 제시된 도로부문의 마스터플랜으로 남북 7개축과 동서 9개축의 격자형 가로망 계획을 제시하였다. 2018년 현재 고속국도 4, 717km가 완공되어 있고, 2020년까지 5, 131km 건설을 목표로 하고 있다¹⁾. 목표연도 2020년을 눈앞에 두고 있는 현재 시점에서 전국 간선도로망계획 완

공이후 도로사업은 어떤 방향으로 추진할 것인가에 대한 고민이 필요한 시점이다.

최근 신정부에서는 복지예산 확보 등으로 SOC예산의 급감이 예상되는 반면, '80~'90년대 집중적으로 공급된 SOC시설의 노후화 또한 급속히 진행 중에 있다. 정부 전체 SOC 예산은 2017년 22.1조원에서 2018년 19.0조원으로 감소되었으며, 국토교통부 SOC 예산은 15.8조원으로 2017년 19.1조원 대비 16.9% 감소하였다. (국토교통부 보도자료 2017. 8. 29.). 이와 같은 SOC예산 감소로 인해 신규 건설보다는 노후화된 SOC시설에 대한 안전측면의 효율적인 관리 투자가 요구되고 있는 실정이다.

또한 지방지역을 중심으로 인구감소가 가속화되고, 4차산업혁명시대의 도래로 자율주행차, 드론, AI 등 신기술 등이 가져올 도로교통부문의 다양한 변화에 대한 검토가 요구되고 있다. 특히 고령화인구의 증가와 더불어 인구감소 등은 장래 도로교통수요의 변화를 초래할 것으로 전망하고 있다. 미국의 경우 20대의 운전면허증소지자의 감소와 함께 차량주행거리(VMT, Vehicle Miles Traveled) 증가가 둔화되고 있어, 장래 통행수요 감소현상을 조심스럽게 전망하고 있다.²⁾ 영국은 1990년 이후 차량주행거리증가율이 완만하게 증가하다 2007년을 정점으로 하여 점차 감소하게 되어 기준년도에 따라 장래 차량주행거리 전망이 차이가 발생하고 있음을 보여주고 있다. 그러나 인구감소로 교통수요가 감소할 것이라는 전망과 반대로 자율주행자동차 도입이나 AI 등으로 이동의 편리성 등으로 인해 장래 교통수요가 더욱 증가할 것이라는 전망도 제시되고 있다. 통계청 인구센서스 기준으로 2025년부터 인구가 감소하는 것을 가정하여 KTDB의 총통행수요도 감소하는 것으로 전망하고 있다. 우리나라에서도 최근 차량보유대수나 총차량주행거리(VKT)증가가 둔화되고 있으나 경제사회적 여건변화로 장래 교통수요가 감소할 것인가에 대한 보다 면밀한 검토가 필요하므로 향후 다양한 국토환경변화에 대응하여 장래 도로교통수요의 변화를 객관적이고 미래지향적으로 전망하여야 할 것이다.

고령화, 저성장 등 사회경제적 여건변화와 신기술 발전 등을 고려한 비전 등을 제시한 많은 연구가 있으나, 실제 도로부문에서의 역할을 명시하지 못하고 있으므로 미래

1) 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020)

2) Victoria Transport Policy Institute, 'The Future Isn't What It Used To Be', 2016

신기술 도입과 함께 도로부문에 미치는 영향에 대한 정성적 검토가 요구되고 있다.

2) 연구 목적

미래 환경변화 가운데 도로교통부문에 영향을 미치는 다양한 변화요인을 도출하고, 국토공간변화와 미래 환경변화를 종합적으로 고려한 국가간선도로의 대응전략을 마련하고자 한다. 지금까지 검토된 미래 국토공간구조 변화 시나리오 연구 결과를 근간으로 기술의 발전 등 미래 환경변화와 함께 도로교통부문의 영향 요인을 반영한 수요변화를 도출하였고, 이에 대응한 국가간선도로 미래상을 제시하였다.

4차 산업혁명시대를 대표하는 자율주행자동차, AI, 드론 등 신기술 도입이후 국가간선도로를 중심으로 국가의 역할 강화 필요성과 신기술 측면의 적용 가능성 등을 검토하여 미래지향적 도로정책의 발전 방향을 제시하는 것을 연구의 목적으로 설정하였다.

2. 연구 범위 및 방법

1) 연구 범위

(1) 공간적 범위

도로법에서 규정하고 있는 국가간선도로에 해당하는 고속국도와 일반국도를 대상으로 한다. 미래 환경변화에서 검토한 초고속교통수단인 고속철도, 하이퍼루프 등 타교통수단의 도입은 기본 전제로 하여 도로교통부문에서는 도로 전반에 대한 변화를 전망하고, 실제 미래상을 적용한 정책방향 제시에서는 국가간선도로를 대상으로 검토하였다.

(2) 시간적 범위

기준년도는 2018년도로 설정하였으며, 목표연도는 국가최상위계획인 국토종합계획과 국가기간교통망계획의 계획기간 20년을 고려하여 2040년으로 설정하였다.

2) 연구 방법

본 연구 수행방법으로는 문헌검토와, 전문가 자문회의 등 연구협의회, 전문가 설문조사 등을 수행하였다.

국내외 문헌검토, 국토교통부와 관련하여 기 수행된 미래예측 연구를 검토하였고, 특히, 선진국의 교통부문의 미래수요 등 여건 변화 전망 및 동향 등을 파악하였다.

(1) 전문가 자문 및 연구협의회

국토교통분야는 물론 과학기술 및 인문사회학 분야 등 다양한 분야의 미래예측 관련 자료와 전문가를 대상으로 자문 등을 수행하였고, 국내외 메가트렌드 관련 연구결과를 활용하여 미래 메가트렌드 등 국토교통부문의 변화요인을 도출하였다.

미래 도로교통부문 핵심요인을 도출하기 위한 방법론으로는 STEEP(Society, Technology, Economics, Ecology, Politics) 및 메타분석 등을 검토한 후 사회·경제·기술 등 다양한 측면에서 미래 환경 변화를 도출하였다. 도출된 미래 변화 요인과 도로교통부문의 변화 전망 결과와 관련하여 수차례의 전문가 자문회의 및 연구협의회를 개최하였다.

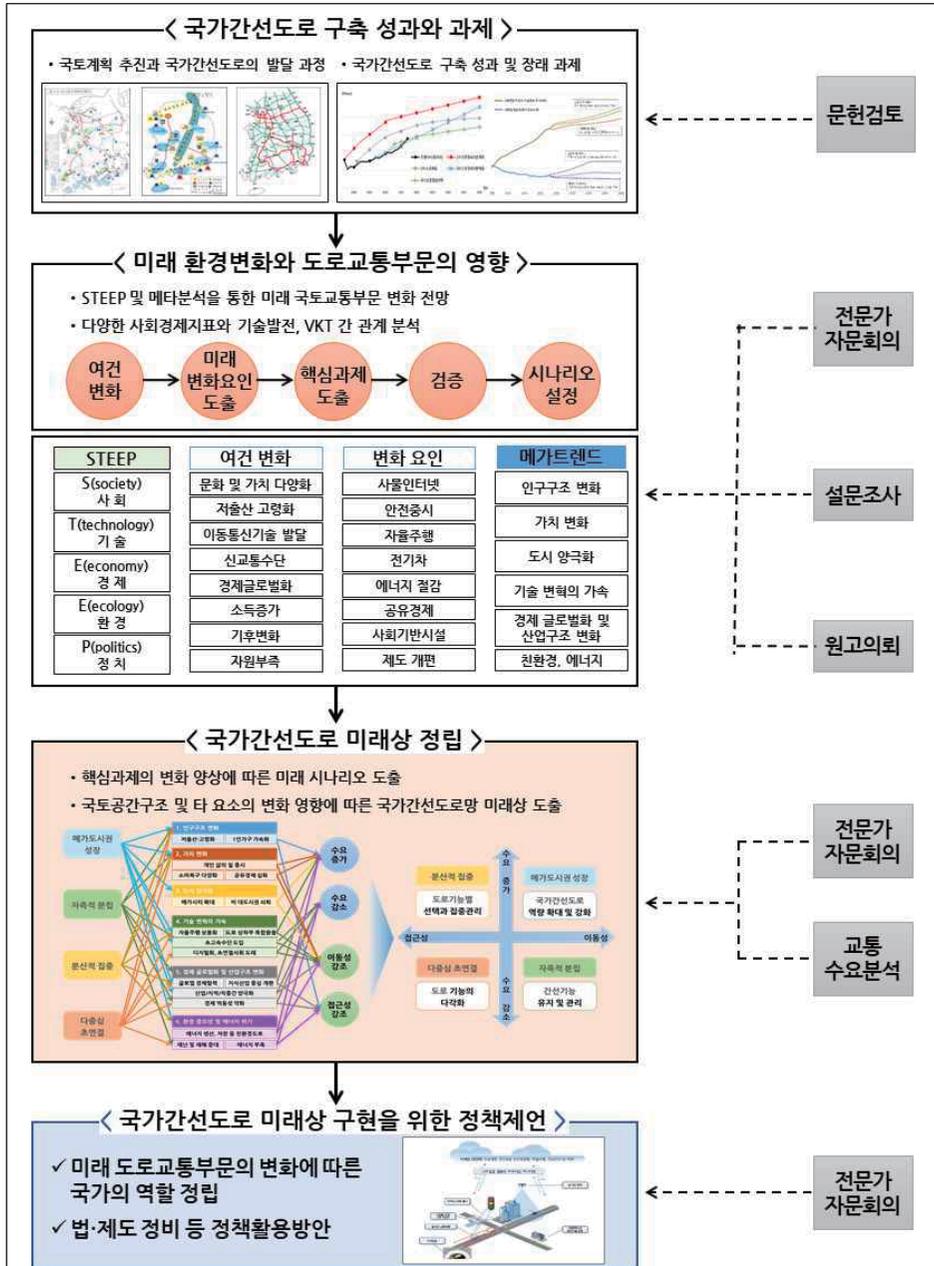
(2) 전문가 설문조사 및 원고의뢰 등

메가트렌드 등 미래 사회변화를 거시적으로 예측하기 위해 일반적으로 사용하는 방법 가운데 STEEP 기법을 활용한 미래 환경변화 분석 관련 전문가 원고의뢰를 수행하였다.

1차 설문조사에서는 사회·경제·기술·환경·정치 등 다양한 변화를 고려하여 20년후 국가간선도로의 변화 모습에 대해 관련 전문가 설문조사를 완료하였다. (6. 20~6. 27)

2차 설문조사에서는 미래 환경변화를 중심으로 교통수요의 변화와 기능의 변화 정도에 대한 설문조사 완료(9. 27~10. 5)하였고, 3차 설문조사에서는 국토공간구조 변화 시나리오별 국가간선도로 역할과 총 교통수요 변화 전망을 조사하였다. (11. 14~16)

3) 연구 틀 및 주요 개념



자료: 저자 작성

4) 주요 개념

(1) 국가간선도로

도로법제2조(정의) 4. "국가간선도로망"이란 전국적인 도로망의 근간이 되는 노선으로서 제10조제1호에 따른 고속국도와 같은 조 제2호에 따른 일반국도를 의미한다.

<참고>

제11조(고속도로의 지정·고시) 국토교통부장관은 **도로교통망의 중요한 축(軸)을 이루며 주요 도시를 연결하는 도로**로서 자동차(「자동차관리법」 제2조제1호에 따른 자동차와 「건설기계관리법」 제2조제1항제1호에 따른 건설기계 중 대통령령으로 정하는 것을 말한다. 이하 제47조, 제113조 및 제115조제1호에서 같다) 전용의 고속교통에 사용되는 도로 노선을 정하여 고속국도를 지정·고시한다.

제12조(일반국도의 지정·고시)① 국토교통부장관은 **주요 도시, 지정항만(「항만법」 제3조에 따라 해양수산부장관이 지정한 항만을 말한다), 주요 공항, 국가산업단지 또는 관광지 등을 연결하여 고속국도와 함께 국가간선도로망을 이루는 도로** 노선을 정하여 일반국도를 지정·고시한다

(2) 국가간선도로의 미래상

국가간선도로 미래상이란 미래 환경변화 가운데 도로교통부문 관련 변화를 고려하여 대응 가능한 도로정책의 발전방향을 제시하는 것을 의미한다.

장래 급속히 변화하는 기술발전에 대응하기 위한 도로부문의 발전 방향을 설정하고, 도로정책의 발전방향에 따른 정부의 역할 및 개발 전략 등을 보다 구체화하여 국가간선도로 관련 정책 실천력을 제고하는 방안을 제시하였다.

3. 선행연구 검토 및 차별성

1) 선행연구 현황

미래사회 메가트렌드와 교통체계 전망(박경아 외, 2012)에서는 장래 여건변화 환경을 메가트렌드로 설정하고, 다양한 메가트렌드 부문 가운데 교통부문의 영향요인을 사회, 기술, 경제, 정치, 환경 분야로 구분하여 10개 메가트렌드와 변화 동인을 도출하고, 도출된 변화 동인에 따른 미래교통의 대응체계를 제시하였다.

메가트렌드에 대응한 교통SOC 정책방향 연구(조남건 외, 2014)에서는 메가트렌드와 교통SOC 인과관계를 파악하여 장래 교통SOC의 핵심 요인을 도출하고 이에 따른 미래지향적 정책방향을 제시하였다.

김주영 외(2016)은 미래 환경변화 요인을 전망하고 각 요인이 통행특성에 미치는 영향을 분석하였고, 이를 미래 교통정책수립을 위한 기초자료로 활용하기 위해 지역별, 수단별, 연령대별 통행수요의 변화를 제시하였다. 미래 환경변화 요인은 인구감소에 따른 통행량 변화, 신교통수단 도입, 국토공간구조 변화, 차량운영비 변화, 통행환경 변화, 차량 이용환경변화 등 총 6개 변화요인별 미래 교통수요 변화량을 계량화하였다.

2) 선행연구와 본 연구와의 차별성

기존 연구에서는 메가트렌드라는 미래 환경변화에 따른 교통부문의 변화요인 및 이슈를 도출하여 이에 대응한 정책방향이나 대응과제 등을 전문가 설문조사 등을 통해 정성적으로 제시하였다. 그러나 최근 1~2년 동안 미래 환경변화는 4차 산업혁명시대의 도래, 자율주행, AI, 가상현실 등 보다 구체적인 환경변화 요인을 제시하였고, 특히 자율주행차 등은 교통부문에 가장 큰 영향요인으로 작용할 것으로 전망된다. 본 연구는 교통부문 신기술 개발과 함께 국토공간의 변화를 고려한 도로교통부문의 발전방향을 전망하고, 20년 후 기술변화 등을 통해 국가간선도로의 기능과 역할 변화를 고려

한 미래상과 미래상 구현을 위한 정책제언을 도출하고자 하였다.

표 1-1 | 선행연구 검토

| 구분 | 선행연구와의 차별성 | | | |
|----------------|--|--|---|--|
| | 연구목적 | 연구방법 | 주요 연구내용 | |
| 주요 선행 연구 | 1 | <ul style="list-style-type: none"> · 과제명: 미래사회 메가트렌드와 교통체계 전망 · 연구자: 박경아 외(2012) · 연구목적: 미래사회 전반에 걸친 메가트렌드를 분석하고 교통부문을 전망하여 장기적 측면에서의 교통 미래상 제시 | <ul style="list-style-type: none"> · 국내외 문헌검토 · 전문가 자문 및 연구협의회 · 전문가 및 일반국민 대상의 설문조사 분석 | <ul style="list-style-type: none"> · 미래사회의 메가트렌드 변화전망 · 메가트렌드별 교통부문 영향분석 · 미래사회메가트렌드의 교통영향 심층 분석 · 메가트렌드에 따른 미래교통 전망과 대응과제 |
| | 2 | <ul style="list-style-type: none"> · 과제명: 메가트렌드에 대응한 교통SOC 정책방향 연구 · 연구자: 조남건 외(2014) · 연구목적: 메가트렌드에 대응한 교통SOC와의 인과관계를 파악하여 미래 교통SOC 정책방향을 모색 | <ul style="list-style-type: none"> · 국내외 문헌검토 · 전문가 자문 및 연구협의회 · 메타분석 · 전문가 설문조사 분석 | <ul style="list-style-type: none"> · 메가트렌드와 교통SOC의 관계 · 메가트렌드의 교통SOC 변화 전망 · 미래 교통SOC이슈 · 미래지향적 교통SOC 정책방향 |
| | 3 | <ul style="list-style-type: none"> · 과제명: 미래 교통수요의 변화 예측 · 연구자: 김주영 외(2016) · 연구목적: 미래 환경변화 요인에 따른 교통수요 전환예측과 교통시설 투자전략 마련 | <ul style="list-style-type: none"> · 국내외 문헌검토 및 사례분석 · 전문가 자문 및 연구협의회 · 통계분석 · 예측모델 개발 | <ul style="list-style-type: none"> · 기존 국내외 교통수요 예측자료의 비교 분석과 시사점 도출 · 미래 교통수요 변화요인 분석 · 미래 여객교통수요 변화 예측 · 미래 화물교통수요 변화 예측 · 정책제언 |
| 본 연구 | <ul style="list-style-type: none"> · 4차 산업혁명시대 신기술 도입이후 교통수요의 변화를 전망하고, 국토이용의 변화 등을 고려하여 미래 국가간선도로의 기능과 역할을 재정립 | <ul style="list-style-type: none"> · 국내외 문헌검토 및 사례분석 · 전문가 자문 등 · 시나리오기법 등 도로교통수요 변화전망 · 단계별 도로정책 로드맵 작성 | <ul style="list-style-type: none"> · 국가간선도로망 구축 현황 · 선진국의 교통부문 미래전망 · 미래 도로교통부문의 변화 전망 · 국가간선도로의 미래상 구현 | |

4. 연구의 정책·학술적 기대효과

1) 정책적 기대효과

국토 공간구조 변화에 따른 도로교통수요 변화를 전망하여 기존 국토계획과의 정합성을 제고한 국가간선도로의 발전 방향을 제시하였다. 4차 산업혁명시대의 신기술 도입 등 미래 환경변화에 따른 장래 도로교통수요 변화를 정량적으로 전망하였고, 기술 변화에 대응한 국토와 교통부문의 대응방향을 마련하는데 기여하였다.

또한 미래 환경변화 전망과 메가트렌드 및 세부 변화요인 등은 향후 제2차 국가도로 종합계획(2021~2030) 수립시 국가도로의 정책방향 설정에 적용 가능하며, 도로관련 신기술 도입·활용 측면의 도로정책의 기본방향으로 활용이 가능하다.

2) 학술적 기대효과

도로교통부문의 변화를 전망하기 위해 국토공간구조의 변화 시나리오와 교통부문의 영향정도를 고려하는 방법을 적용하였고, 미래 환경변화에 따른 도로교통부문의 영향정도를 조사하여 국토공간구조 변화 시나리오와 연계한 국가간선도로의 역할을 정립하였다. 지금까지 과거추세 변화를 고려한 총차량주행거리 변화 전망 등은 급격히 변화하는 미래 기술변화에 따른 변화를 반영하는데 한계가 있을 것으로 판단하여, 전문가 등의 의견을 반영한 미래 도로교통수요 변화를 전망하였다.

국토공간구조 변화에 부합하는 국가간선도로의 기능과 역할 측면의 '미래상' 개념을 정립하였고, 국가간선도로의 역할과 과제를 활용하여 미래지향적 정책 방향을 제시하였다. 20년 후인 2040년 국가간선도로에서 요구되는 다양한 변화를 예측하여 이에 대응한 정책방향과 그에 따른 국가의 역할을 제시하였다.



CHAPTER 2

국가간선도로 구축
성과와 과제

- 1. 국토계획 추진과 국가간선도로의 발달 과정 | 15
- 2. 국가간선도로 구축의 성과 | 24
- 3. 장래 국가간선도로 계획의 과제 | 28

국가간선도로 구축 성과와 과제

본 장에서는 국토계획 추진과 국가간선도로의 발달과정을 살펴보고, 지금까지 구축한 국가간선도로 성과와 과제를 살펴보고 이를 바탕으로 급변하는 환경에 대응할 수 있는 교통계획 수립 필요성을 시사점으로 제시하였다.

1. 국토계획 추진과 국가간선도로의 발달 과정

1972년 제1차 국토종합개발계획을 시작으로 제4차 국토종합계획 재수정계획이 수립된 현재까지 국토계획을 간선도로망(7×9)계획의 수립 이전과 이후로 구분하여 국토계획에 따른 국가간선도로의 발달 과정을 살펴보았다.

1) 간선도로망(7×9)계획 수립 이전

(1) 제1차 국토종합개발계획(1972~1981)¹⁾

1960년대부터 본격화된 경제개발계획에 따라 국토자원을 효율적으로 이용하고 보존하고자 하는 필요성이 대두되었다. 제1차 국토종합개발계획은 국토계획의 제도적 틀을 갖추고, 세부적인 전략을 집약하여 수립한 계획이다. 급속한 공업화와 도시화의 폐해를 해소하고 고도의 성장기반을 마련하기 위한 사회간접자본의 투자 방향을 제시한 계획이라 할 수 있다.

1) 대한민국정부. 1971. 국토종합개발계획(1972~1981)

주요 전략으로 경부축 중심 거점(growth pole) 개발과 포항, 울산 등 동남해안 공업벨트 및 인천, 평택 등 경기만 임해공업지역 개발을 유도하여 수출주도형 공업화 기반을 구축하고자 하였다. 대도시, 공업중심지 등을 연결하는 고속도로의 건설과 함께 통신 자동화, 수자원 및 에너지 공급망 확충 등 생산기능을 지원하기 위한 기반시설 확충에 집중하였다. 서울, 부산 등 대도시권은 인구집중을 억제하기 위해 개발제한구역(GB)을 도입하였고, 지방 중소도시는 공업시설 배치 등 균형발전을 위한 도시체계를 구축하였다.

(2) 제2차 국토종합개발계획(1982~1991)²⁾

1960년부터 1970년대를 지나오며 축적된 경쟁력과 산업구조 형성을 통해 국토를 보다 더 체계적이고 효과적으로 개발하고 관리할 필요성이 대두되었다. 1980년대에 들어서 수도권 과밀화 등 국토이용의 양극화가 심화되어 이에 대응하기 위해 국토이용관리의 효율화 도모 및 개발기반을 구축하고자 제2차 국토종합개발계획을 수립하였다.

주요 전략으로는 성장거점(growth pole)을 전략적으로 확대하고자 대도시와 주요 성장거점도시를 연결하는 간선망을 확충하고 동해안과 남해안 공업벨트지역의 항만, 용수시설 확충에 중점을 두었다. 또한 서울, 부산에 집중되는 인구를 분산하기 위해 28개 지역생활권 육성 등 개발 가능지를 전국적으로 확대하여 유도하는 계획을 제시하였다.

(3) 제1, 2차 국토종합개발계획의 주요 간선도로망 계획³⁾

지금까지 살펴본 1차, 2차 국토종합개발계획에서 반영한 간선도로망계획을 살펴보면 1970년대에는 대도시와 주요 공업지역의 연결을 고속도로 중심으로 연결하는 계획을 수립하였다. 가장 먼저 서울~부산간 경부고속도로 건설 이후 전주~순천, 부산~순천, 속초~포항, 포항~경주, 대구~마산 등 고속도로 건설계획을 지속적으로 추진하였다.

1980년대에는 대도시와 다수의 성장거점도시 간을 연결하는 고속도로 노선을 확대

2) 대한민국정부. 1982. 제2차 국토종합개발계획(1982~1991)

3) 대한민국정부. 1971. 국토종합개발계획(1972~1981), 대한민국정부. 1982. 제2차 국토종합개발계획(1982~1991)

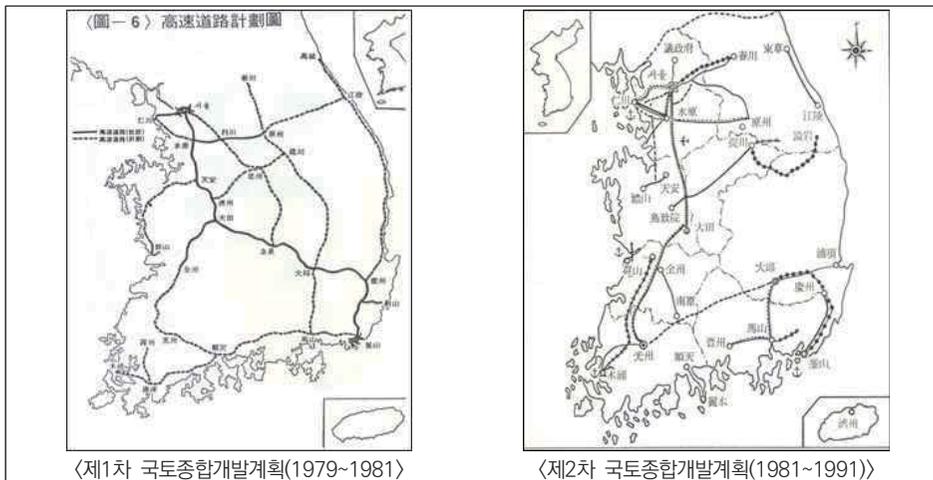
하였다. 대표적으로는 대구~광주, 대전~광주, 대구~마산 등 대도시간 연결 도로를 중심으로 확장계획을 제시하였다.

그림 2-1 | 제 1, 2차 국토종합개발계획



자료: (좌) 대한민국정부. 1971. 국토종합개발계획(1972~1981). p.7
 (우) 대한민국정부. 1982. 제2차 국토종합개발계획(1982~1991). p.119

그림 2-2 | 제 1, 2차 국토종합개발계획의 전국 간선도로망 계획



자료: (좌) 대한민국정부. 1971. 국토종합개발계획(1972~1981). p.49
 (우) 대한민국정부. 1982. 제2차 국토종합개발계획(1982~1991). p.104

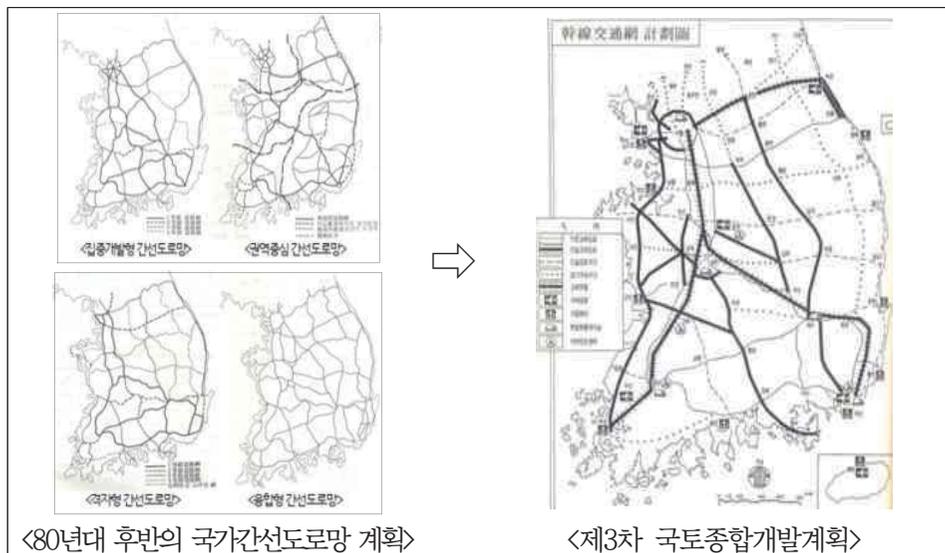
2) 간선도로망(7×9)계획 수립 이후

(1) 제3차 국토종합개발계획(1992~1999)⁴⁾

국토는 경부축을 중심으로 발전하였고, 88올림픽 개최 등으로 지속적인 수도권 중심 투자로 인해 비수도권 지역의 기반시설 부족에 따른 지역간 격차 완화의 필요성이 대두되었다. 지역격차 해소 및 분산형 국토개발 전략에 근거하여 대도시 중추관리기능의 확충에 집중하였고 수도권 정비계획을 통한 수도권 집중 억제와 수도권 중부와 서남부지역 등을 대상으로 신산업지대를 조성하였다.

1992년에 수립된 제3차 국토종합개발계획에서 최초로 7×9이라 불리우는 남북 7개 축과 동서 9개축의 격자형 간선도로망 계획을 제시하여 국토균형발전을 위한 통합적 고속 교통망을 구축하고자 하였다. 상기 계획에서 전국 어디에서나 30분 이내에 고속 도로에 접근을 목표치로 제시하였다.

그림 2-3 | 전국간선도로망 초기 계획과정



자료: 대한민국정부. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001). p.73

4) 대한민국정부. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001).

(2) 제4차 국토종합계획(2000~2020)⁵⁾

수도권 집중과 지역불균형 심화에 대응을 위해 교통인프라를 지속적으로 확충하는 계획을 제시하였고, 국가 경쟁력 강화 및 세계경제의 자유화 및 동북아지역 성장에 대응하는 국토계획의 요구가 증대되었다. 아산만권, 광주-목포권, 강원·동해안권 등 10대 광역권의 체계적 개발을 통해 지역발전 중심의 거점 형성계획을 제시하였다. 교통 수요 증가에 대응하여 7×9 고속간선도로망의 단계적 구축과 함께 혼잡한 대도시권을 중심으로 순환망 계획과 도시 우회도로 건설을 계획하였다. 남북 및 대륙연계를 위한 아시안하이웨이 간선도로망 구상을 통한 세계화 전진기지 육성 전략 등을 세부 추진전략으로 제시하였다.

(3) 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020)⁶⁾

대내적으로는 국가균형발전을 위한 중추기능 분산에 따른 국토공간구조 변화를 수용하고, 대외적으로는 세계화 진전에 따른 개방적 국토기반 구축이 요구되었다. 주요 전략은 약동하는 통합국토 실현과 함께 수도권의 질적 성장과 행정중심복합도시 건설 등 다핵 분산형 국토구조 형성을 중점 추진하는 계획내용을 포함하고 있다. 권역별 전략산업 및 혁신클러스터 육성으로 지역별 특화발전을 유도하고 도로교통부분에서는 7×9 고속간선도로망의 지속적 구축과 함께 고속철도 건설, 동북아 중추공항과 권역별 거점 공항 육성 등 대규모 네트워크형 인프라 구축을 중점으로 하는 계획안을 제시하였다.

(4) 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)⁷⁾

계획의 배경으로는 대내적으로 기후변화 대응 저탄소 녹색성장과 함께 저출산고령화 등 여건변화를 반영하고, 대외적으로 개방작협력적 지역발전기반 형성에 대한 요구가 증대되었다. 주요 전략으로는 글로벌 녹색국토 실현을 설정하여 광역경제권 기반의 국토 성장잠

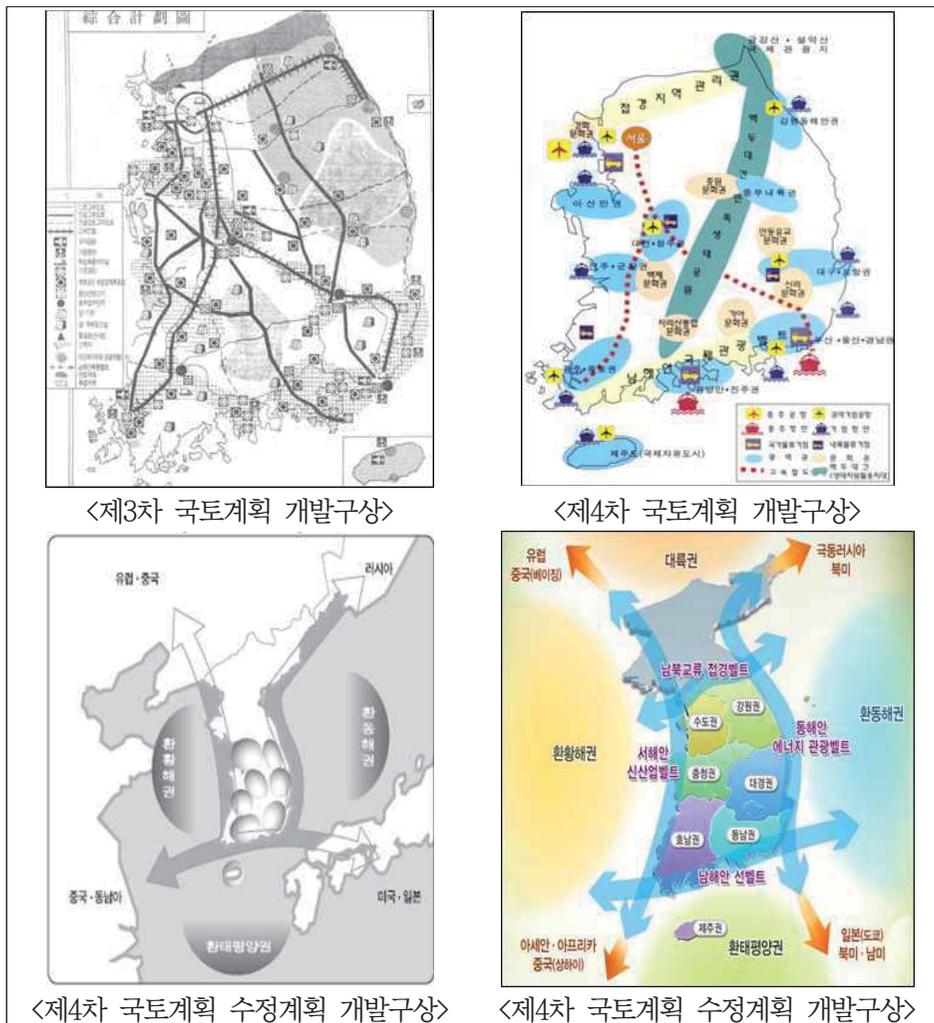
5) 대한민국정부. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001)

6) 대한민국정부. 2005. 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020)

7) 대한민국정부. 2011. 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)

재력 강화, 도시권과 새만금개발계획, 경제자유구역, 혁신도시 등 신성장거점을 육성하는 방안을 제시하였다. 인구감소와 기후변화에 대응한 방안을 제안하였다. 특히 경부고속철도 완공으로 경부고속철도 개통으로 철도 중심 저탄소 녹색성장 교통체계 구축과 함께 간선도로망의 기능화 및 첨단화 등 도로·철도 연계 및 통합네트워크 구축을 제시하였다.

그림 2-4 | 제3~4차 국토종합계획

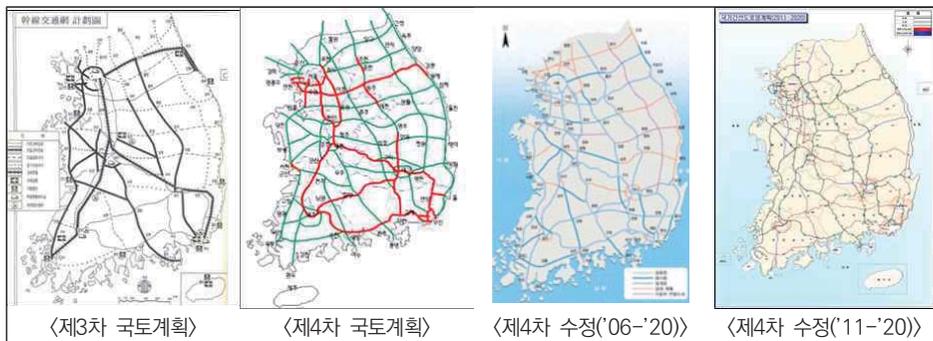


자료: 대한민국정부. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001). p.147 / 대한민국정부. 2005. 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020). p.37 / 대한민국정부. 2011. 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020). p.27 /

(5) 제3~4차 국토종합계획에서 간선도로망 계획의 역할

1990년대 이후 간선도로 건설을 지역차원에서 국토차원으로 확대하고자 노력하였다. 과거 거점도시 간 연결을 통한 지역간 교통수요 대응 위주에서 전국단위의 네트워크형 간선망을 구축하였다는 것이 차별점이라 할 수 있다. 특히 대도시 중심의 교통수요 증가에 대응하기 위해 대도시권별 순환방사형 교통망 구축을 추진하였다.

그림 2-5 | 제3~4차 국토종합계획의 간선도로망계획



자료: 대한민국정부. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001). p.73 / 건설교통부. 1999. 제4차 국토종합계획(2000~2020). p.70 / 대한민국정부. 2005. 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020). p.85 / 대한민국정부. 2011. 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020). p.102

3) 국가간선도로망계획 수립

지금까지는 국토계획 수립 과정에서 반영된 국가간선도로의 변화 과정을 검토하였고, 도로법상의 법정계획인 국가간선도로망계획의 변화 과정을 시대별로 살펴보았다.

(1) 도로정비기본계획(1998~2011)⁸⁾

급증하는 교통수요 및 국토공간의 변화에 효율적으로 대응하기 위하여 체계적이고 종합적인 도로부문 중장기계획의 수립 추진이 필요하였다. 이에 국토종합개발계획 실

8) 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011)

현을 위하여 수립된 10년 단위의 중장기계획으로, 주로 제4차 국토종합계획과 연계하여 2020년의 장기도로망 구축 목표와 함께 단계별 시행계획을 제시하였다.

먼저, 2020년까지 전국적으로 도로망 체계를 완비한다는 것을 정비목표로 하여 남북7개축, 동서9개축의 국토간선도로망 구축을 통해 국토공간의 균형발전 도모하고자 하였다. 2011년까지 도로 총연장 14만km로 확충하고 도심교통난 해소와 함께 효율적 투자체계를 확립하고자 하였다. 세부 추진계획으로는 고속도로 3,731km, 일반국도 4,270km, 국지도 1,543km 등 등급별 도로 확충을 통해 계획기간('98-'11) 동안 약 178조 7,000억원 규모의 투자계획을 수립하였다.

(2) 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010)⁹⁾

제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020), 국가재정운용계획(2005~2009), 국가기간교통망계획(2000~2019) 등 사회경제적 여건 변화에 대응하기 위한 상위계획의 변경 등을 고려하여 기존계획의 수정계획을 수립하였다.

정비목표는 국토균형발전 및 동북아 물류중심국가 기반조성을 위해 3개 연안축과 동서축을 연계한 “□자형” 국토순환도로망을 완성하는 것을 세부 목표로 설정하였다. 2020년까지 약 4,000km 구축을 완료하는 것을 목표로 수도권외의 경우 남북 7개축과 동서 4개축 그리고 3개의 순환축 형태인 7×4+3R의 총 규모 552km의 고속도로망 계획과 함께 부산권 등 대도시권의 교통혼잡 해소를 위한 순환망 계획을 포함하여 제시하였다.

세부 추진계획으로는 고속도로 1,622km 신설 및 확장, 일반국도 1,803km 확장 및 시설개량사업, 국지도 674km 확장 등 도로 확충을 통해 계획기간('06-'10) 중 약 40조 2,949억원 규모의 투자계획을 수립하였다.

(3) 제2차 도로정비기본계획(2011~2020)¹⁰⁾

제4차 국토종합계획 재수정계획(2009~2020) 수립, 광역경제권역 형성 등 여건변

9) 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010)

10) 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020)

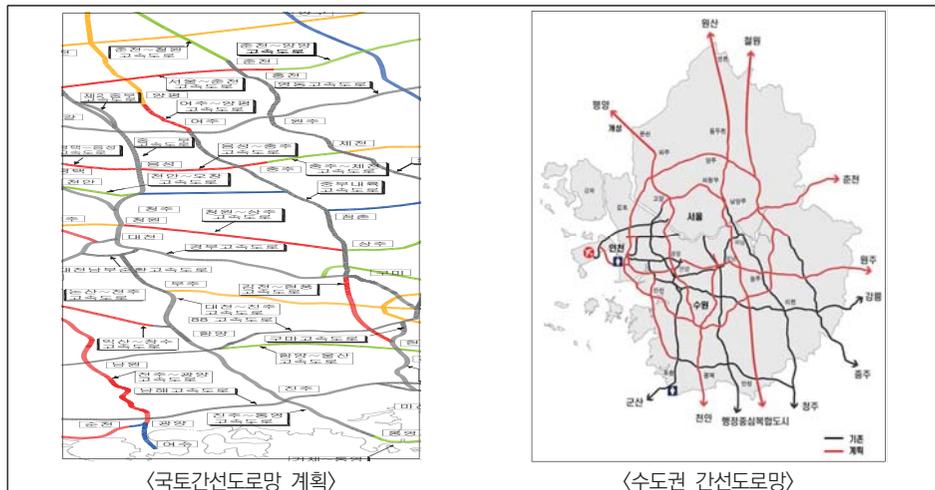
화를 감안한 도로정비기본계획의 체계적 검토가 요구되었다. 정비목표는 국토간선도로망 조기 구축 및 네트워크 효율화, 인간·환경 친화적인 도로 건설, 첨단 기술과의 융복합 및 관리체계 선진화, 안정적 재원 확보 및 투자 효율성 강화 등으로 설정하였다.

7×9 이후 수도권 교통혼잡 해소를 위해 수립한 「수도권 고속도로망계획(7×4+3R)」을 통합하여 7×9+6R의 격자+순환형 간선도로망 체계로 국가간선도로망을 재편하고자 하였다. 세부 추진계획은 고속도로 2,249km, 일반국도 3,020km, 국지도 769km 등 도로 확충을 통해 계획기간('11~'20) 중 약 69조 9,462억원 규모의 투자계획을 수립하였다.

(4) 제1차 국가도로종합계획(2016~2020)¹¹⁾

도로법 전부개정(2014. 7)에 따라 도로정비기본계획이 「국가도로종합계획」으로 개정되었다. 7×9+6R의 틀은 유지한 채로, 국가간선도로망의 정비와 입체적 활용, 운영관리 개편, 미래도로 등 새로운 기본방향을 제시하였다. 전 국토의 78%, 전체 인구의 96%가 30분 내 고속도로에 접근가능한 도로망을 구축하기 위한 목표를 제시하였고, 자율주행, 에너지 생산도로 등 미래 핵심요인을 분석하여 트랜스로드 7대 비전을 수립하였다.

그림 2-6 | 국가간선도로망 변화과정 (그림 계속)



11) 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020)



자료: 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010). pp.48-50 / 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비 기본계획(2011~2020). p.54 / 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020). p.22

2. 국가간선도로 구축의 성과

1) 도로의 양적 확충을 위한 지속적 투자

도로법상 도로 연장은 110,091,284km이며, 고속도로 4,717km, 일반국도 13,983km 등 간선도로는 18,415km로 국가간선망의 66%를 달성하였고, 2004년 이후 10년간 차로km는 고속도로가 47% 증가(13,299→19,539), 지방도는 18% 증가(29,553→35,004)하였다.

일반국도 중 4차로 이상 도로의 비율은 41% → 59%로 확대되었으며 도로 포장률은 98.8%이며, 교량은 2008년 24,988개소, 2,289km에서 2017년 3,381km로 연평균 3% 증가하였고, 터널은 '08년 1,064개소(754km)에서 2,382개소(1,811km)로 연평균 9.2% 증가하였다.

국도의 포장, 사면, 교량 등 안전부문 관리는 총 7개 등급으로 분류, 4~7등급은 포장상태가 불량한 것을 의미하는데, 포장 상태가 양호한 1등급이 3%, 파손이 발생한 2~3등급이 97%로 양호한 것으로 조사되었다.

주행거리는 2017년 기준 차량 총 주행거리는 2007년 대비 27% 증가하는 것으로 분석되어 총 주행거리와 차량대수는 증가 추세이나, 평균 주행거리는 감소하다가 2012년 이후 정체하고 있다.

표 2-1 | 주행거리 변화 추이 (2007~2017)

| 구분 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 | 2015 | 2017 | 연평균증가율 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 총주행거리(천대·km) | 373,446 | 379,334 | 400,764 | 411,112 | 435,940 | 474,674 | 2.3% |
| 평균주행거리(km/일·대) | 22.7 | 21.9 | 21.7 | 21.2 | 20.8 | 21.1 | -0.87% |
| 자동차보유대수(천대) | 16,428 | 17,325 | 18,437 | 19,401 | 20,990 | 22,528 | 3.2% |

자료: 국토교통부, 각년도 도로업무편람 내용을 저자가 재구성

2) 先도로계획·건설을 통한 국토 및 지역발전 선도

앞에서 살펴본 바와 같이 국가간선도로계획은 국토 및 지역발전을 선도하는 역할을 담당하였다.

1990년대 이전은 대도시, 산업단지 등 주요 거점 간을 연결하는데 중점을 두었고, 1990년대 이후 국토 차원에서 전국을 연계하는 간선도로망의 단계적 건설을 통한 국토 및 지역발전을 유도하였다. 1970년대~1980년대 거점개발 중심의 국토전략을 지원하기 위해 교통인프라는 거점 연계형 인프라 구축에 집중하였다. 수도권 인구집중 등으로 인해 지역균형발전을 위한 국토전략이 요구됨에 따라 1990년대부터 다핵개발, 광역권 개발 등의 공간구조 개편 등을 위해 격자형 간선도로망계획 등으로 지원체계를 마련하였다.

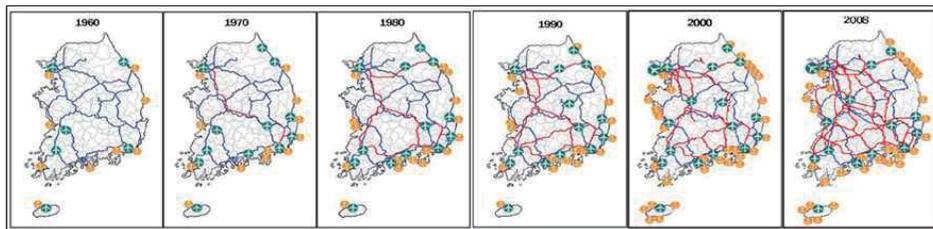
그림 2-7 | 국토계획 및 간선도로망 변화 추이와 전략



자료: 국토연구원. 2012. 국토공간변화에 대응한 도로정책방향 전문가 토론회 자료집 p.16

전국을 연결하는 격자형 간선도로망 구축은 지역경제발전의 핵심 동력으로 국토균형 발전을 선도 및 촉진하는 역할을 수행하였다. 다만, 제3차~4차 국토계획 수정계획까지 국토정책 패러다임과 발전전략 변화에도 불구하고 간선도로망 체계 구축의 일관성을 유지하였다. 따라서 대규모 신규 개발계획이 간선도로망을 중심으로 배치되고, 개발 입지 선정을 위한 평가지표로 간선도로망 연계 여부 등이 활용되어, 개발계획을 선도하는 국가간선도로의 역할을 수행하여 왔다.

그림 2-8 | 전국 간선도로망 건설 추이

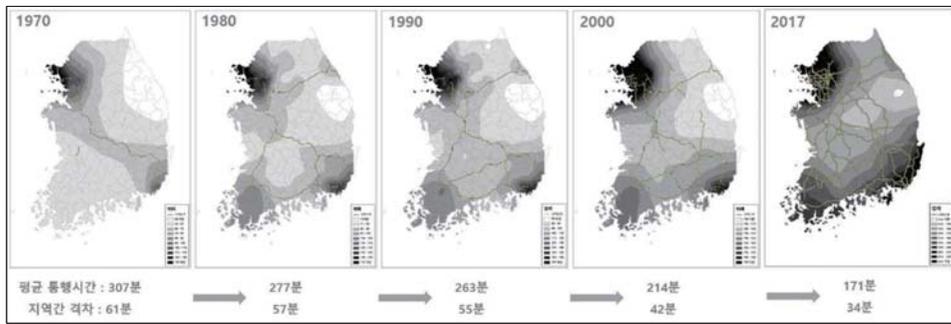


자료: 국토연구원. 2012. 국토공간변화에 대응한 도로정책방향 전문가 토론회 자료집 p.20

3) 지역간 접근성 변화 등 교통서비스 향상

지난 45년간 국가간선도로망 구축으로 지역간 통행시간이 42% 단축되어 전국 1일 생활권이 구현되었으며 국토이용의 편리성이 제고되었다. 지역간 평균 이동시간은 1970년 307분에서 2017년 171분으로 136분 감소하여 약 44% 단축되었으며, 이동시간 편차는 61분에서 37분으로 27분 감소하여 44% 개선되었다.

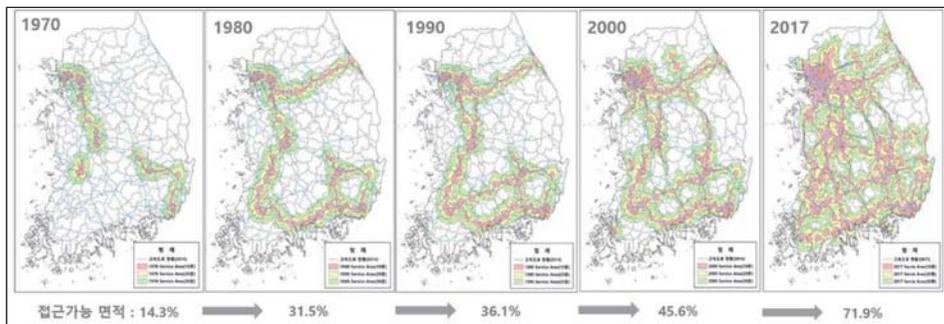
그림 2-9 | 지역별 통행시간 단축효과



자료: 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020). p.23을 바탕으로 저자가 2017년 수치 갱신

‘전국간선도로망 계획(1992)’에서 고속도로망 구축 목표치로 전국 어디에서나 고속도로 접근 30분을 제시하였으며, 2015년 기준 전체 국토면적의 70.7%가 이를 달성하였다. 시대별로는 1970년의 14.3%에서 2017년 71.9%로 57.6%p 증가하였다.

그림 2-10 | 전국 시대별 고속도로 서비스지역 변화



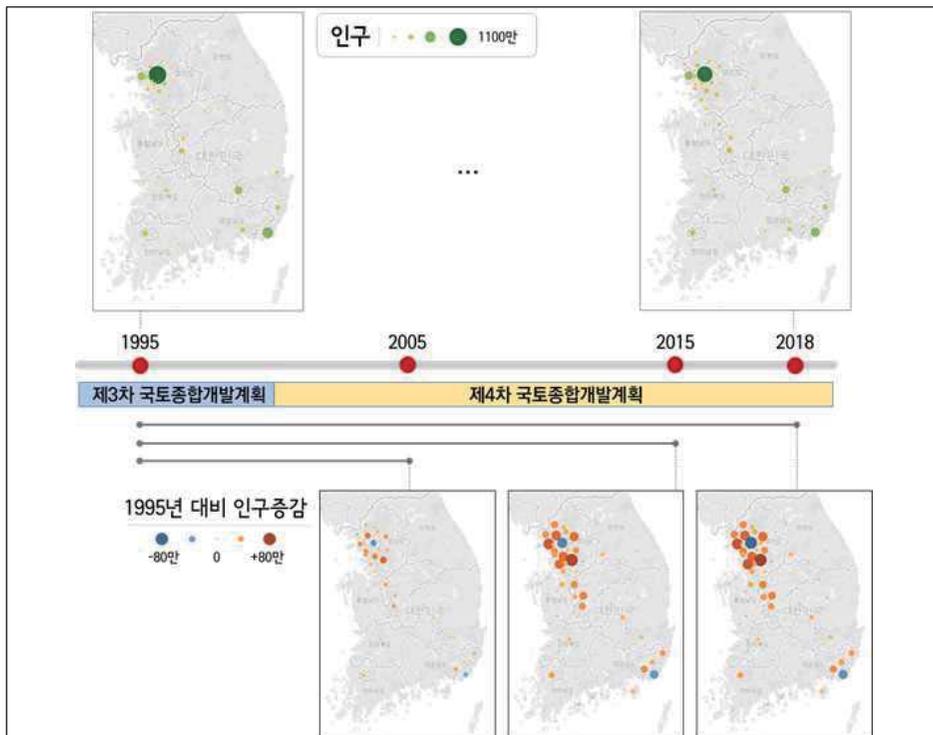
자료: 국토교통부. 2017. 제1차 고속도로 건설 5개년 계획(2016~2020). p.24를 바탕으로 저자가 2017년 수치 갱신

3. 장래 국가간선도로 계획의 과제

1) 국토공간의 변화 등 국토계획과 정합성 제고 필요

'90년대 이후 서울, 부산, 대구 등 기존 중심 대도시의 자체 인구는 줄어든 대신, 주변 도시의 인구가 늘어 중심 대도시를 포함한 거대 광역권이 형성되고 있다. 전국적으로 광주, 전주, 구미, 원주 등 혁신도시 및 세종시를 중심으로 인구성장이 이루어지고 있고, 그 외 지역에서는 인구가 감소하는 형태를 보이고 있다. 따라서 광역권 내 연결 및 신성장거점 등과의 효율적 연계를 위한 간선망 등 지역발전 지원의 요구가 증대하고 있는 실정이다.

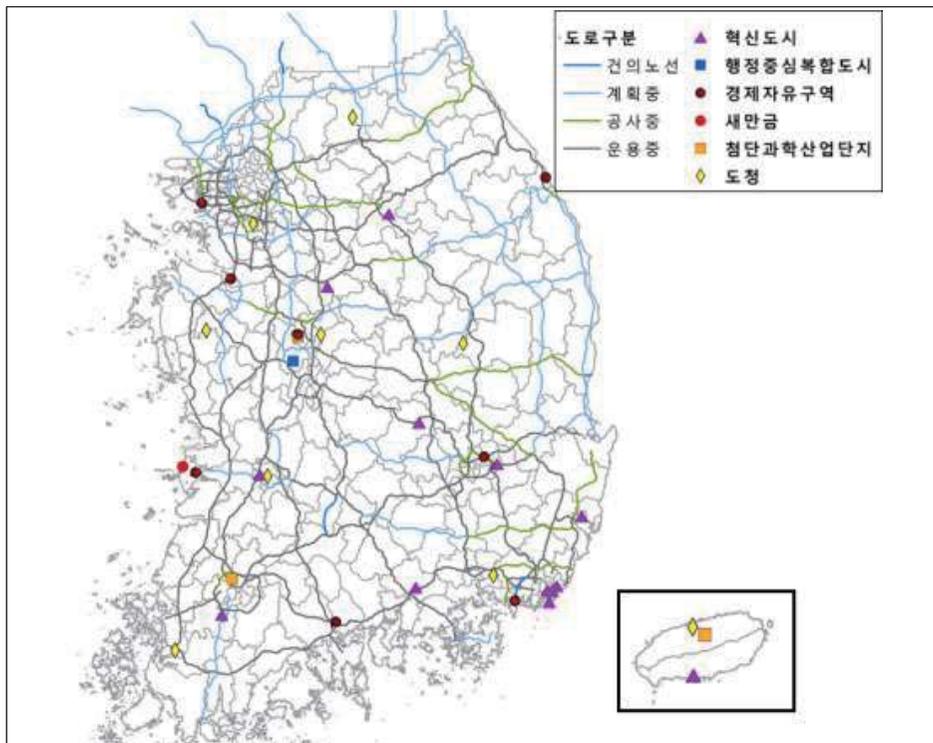
그림 2-11 | 인구분포의 변화



자료: 저자 작성

7×9 격자형 간선망 계획 이후 국토공간구조 등 여건변화에 따른 탄력적 대응이 미흡하였다. 특히 대도시권 광역화, 광역경제권 등의 형성에 대응하기 위한 대도시권 순환고속도로 계획을 수립하였으나, 원활하게 추진되지 못하여 현재까지도 대도시권의 혼잡은 지속되고 있다.

그림 2-12 | 국가간선도로와 성장거점 간 연계 현황



자료: 저자 작성

위 그림에서와 같이 혁신도시, 기업도시 등의 입지는 고속도로를 중심으로 전국에 위치하여 추진하였다. 지금까지 전국간선도로망의 교통축은 국토계획을 선도하며, 계획의 효율적 연계 등을 위해 기능과 역할을 수행하여 왔으나, 신성장 거점개발 등 국토의 공간구조의 변화에 능동적으로 대응하거나, 광역권의 성장 지원 및 광역권 간의

보다 효율적으로 연결하기 위한 간선망 계획의 보완에 대한 요구가 증가하고 있으며, 지방분권화 등 변화되는 지역발전 정책을 지원하기 위해 보다 다양한 간선교통축의 요구가 증가 될 것이다.

최근 급격한 인구감소 가속화와 4차 산업혁명시대 등 사회·경제 전반의 환경변화에 대응할 수 있는 계획이 요구된다. 고령화 인구의 증가, 자율주행 등 신기술로 인한 통행패턴의 변화가 전망되며. 한반도 통일 이후 도로 건설의 기틀을 마련하기 위해 기존 국가간선도로의 정비방안을 제시할 필요가 있다.

2) 사회경제 여건 변화와 도로교통수요(VKT) 변화 전망 필요

지금까지 국가도로종합계획 등에서는 장래 도로교통수요 변화를 사회·경제여건변화를 고려하여 전망을 하였으나, 계획시점의 여건과 세부 모형식의 설정에 따라 도로교통수요 예측 결과가 상이한 것으로 조사되어, 현재 시점에서 장래의 도로교통수요 변화를 전망할 필요가 있다고 판단하였다. 따라서 각 계획별로 도로교통수요 예측 방법론을 비교·검토하여 현재를 기준으로 장래 도로교통수요 변화를 검증하였다.

(1) 기존 도로계획의 장래 VKT 예측방법론 검토

도로정비기본계획에서는 ‘대당 평균주행거리’와 ‘자동차대수-VKT간 상관관계’, ‘도로연장-VKT간 상관관계’를 이용하여 VKT를 예측하고 도로등급별 적정 소요규모를 산정하였다.

□ 방법 1 : 대당 평균주행거리를 이용한 VKT 예측법(1차계획, 1차수정계획)

지역간 도로의 1일 차량당 평균주행거리를 통계연보상 자료와 외국의 사례 등을 검토하여 25~30km/대를 기준으로 목표연도의 VKT를 예측하였다. 1차계획 당시 대당

30km를 기준으로 분석하였으나, 1차 수정계획에서 대당 25km로 하향 조정하였다.

□ 방법 2 : 자동차보유대수와 VKT 간의 상관관계를 이용(1차수정계획)

도로교통수요 전망은 1992년도 이후부터 2001년도까지의 고속국도와 국도의 차량주행거리 자료를 기초하여 자동차보유대수와 간선도로(고속국도+국도) 차량주행거리와의 상관관계를 선형회귀식으로 도출하여 산정하였다.

$$y = 10.844 x + 139,856 (r^2=0.70)$$

여기서, x : 자동차보유대수

y : 간선도로(고속국도+국도) 차량주행거리(천대-km)

□ 방법 3 : 도로연장과 VKT간의 상관관계를 이용(2차계획)

1988년부터 2007년까지 20년간 도로연장과 VKT의 관계를 살펴봄으로, 도로연장의 1km 변화에 대한 VKT의 변화 원단위를 1.85로 도출하였다.

$$\text{원단위} = \frac{\Delta \text{도로 VKT}_i}{\Delta 4\text{차로용량기준 도로연장규모}_i}$$

여기서, i : 기준연도, 예측연도

국가도로종합계획에서는 국가교통DB(이하 KTDB)의 장래 O/D 및 네트워크를 기반으로 장래 VKT를 추정하였고, 장래 O/D Matrix와 존 간 통행거리 Matrix를 곱하여 장래 VKT를 산출하였다.

(2) 계획별 장래 VKT 예측 결과 비교

계획 시점에 따라 장래 VKT 예측치 및 추세가 상이하여, 이를 기반으로한 중장기 도로계획의 방향성에 대한 정책입안자들의 혼란이 우려되고 있다. 도로정비기본계획과 수정계획에서는 2010년의 VKT를 각각 5.71억대·km, 4.85억대·km로 예측하며, 동일한 목표연도임에도 약 9천만대·km 가량의 차이가 발생하였다. 제2차 도로정비기본계획과 제1차 국가도로종합계획에서는 2020년의 VKT를 각각 4.85억대·km, 4.91억대·km로 예측하며, 기존 계획들에 비해 차이가 감소하였다.

다음 표와 같이 초기 계획의 장래 VKT 추정은 13~29% 정도가 과대추정되었으나, 2차 도로정비기본계획 이후부터는 그 차이가 크게 감소하였다. 2015년 기준으로 제1차 도로정비기본계획에서는 계획 수립 시점인 1997년의 3.5억대·km 수준의 총 주행거리를 기반으로 장래 주행거리를 예측하였으나, 직후 외환위기를 거치며 총 주행거리가 3억대·km 수준으로 급감하며 과대추정이 발생한 것으로 예상된다.

표 2-2 | 계획별 장래 VKT 예측 결과 비교

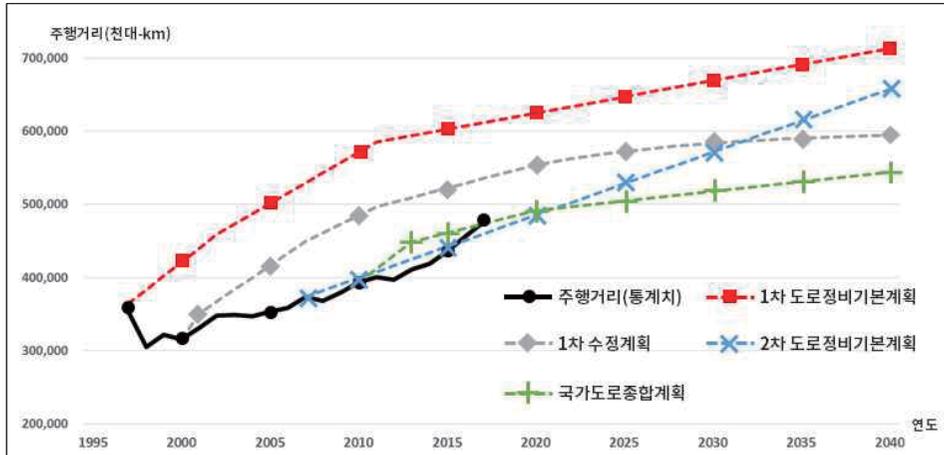
(단위: 천대·km)

| 구분 | 1997 | 2001 | 2007 | 2010 | 2013 | 2020 | 2025 | 2040 | |
|--------------|----------|---------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|
| 도로정비기본계획 | 364,470 | 458,835 | 528,933 | 570,983 | 593,830 ¹⁾ | 624,736 | 646,811 | 713,038 | |
| 도로정비 수정계획 | 1인(대당평균) | - | 350,913 | 449,124 | 484,668 | 509,326 | 554,066 | 572,386 | 594,198 |
| | 2인(회귀분석) | - | 286,966 | 330,179 | 346,388 | 358,102 | 380,192 | 388,134 | 397,595 |
| 제2차도로정비기본계획 | - | - | 373,450 | 399,249 | 425,048 | 485,246 | 528,244 | 657,239 | |
| 제1차 국가도로종합계획 | - | - | - | - | 448,250 | 491,320 | 504,600 | 544,440 | |
| 주행거리(통계치) | 353,260 | 331,839 | 373,446 | 400,764 | 411,112 | - | - | - | |

자료: 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011), 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010), 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020), 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020), 국토교통부. 각년도. 도로교통량통계연보 자료를 자체 가공하여 작성

1) 계획에 제시되지 않은 장래 예측치(붉은 음영)는 해당 계획의 방법론을 이용하여 본 연구에서 재추정

그림 2-13 | 계획별 장래 VKT 예측 결과 비교



자료: 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011), 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010), 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020), 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020), 국토교통부. 각년도. 도로교통량통계연보 자료를 자체 가공하여 작성

기존 VKT 예측은 차량보유대수, 도로연장 등 사회경제지표에 집중되어 있으며, 이는 도로교통수요 변화, 이용자들의 통행행태, 기술발전 등에 대해 반영하기 어려운 단점이 있다.

기존 VKT 예측의 오차 원인이 예측모형과 추정 사회경제지표 중 어디에서 발생하는 것인지에 대한 확인을 위하여, 기존 VKT 예측 모형식에 추정 사회경제지표 대신 현재의 사회경제지표 실측치를 적용하여 모형 보정을 수행하였다.

분석 결과, 자동차 보유대수와 도로연장 대비 VKT 변화 원단위를 최근 값으로 변경하여도 오차율이 크게 개선되지 않았으며, 도로연장 대비 VKT 변화 원단위를 적용한 모형식(제2차 도로정비기본계획)은 오히려 오차율이 증가하는 것으로 나타났다. 분석 시점에서는 오차율이 감소하나 장래로 갈수록 오차율이 오히려 증가하는 패턴을 보이고 있다. 따라서 기존 계획의 VKT 예측 오차는 방법론 자체의 문제보다는 도로이용자의 통행행태에 대한 변화를 반영하지 못하는 것으로 판단된다.

표 2-3 | 사회경제지표 보정을 통한 장래 VKT 예측 결과 비교

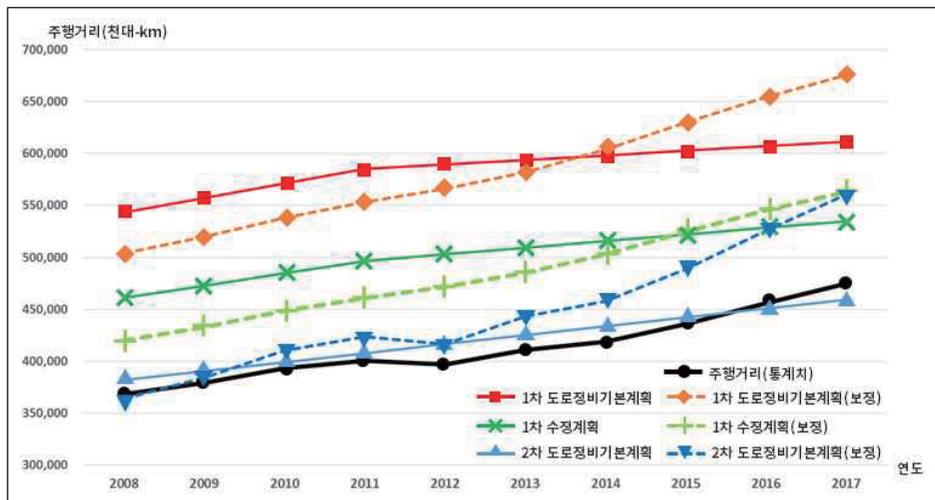
(단위: 천대-km)

| 구분 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 평균 오차율 | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-------|
| 주행거리(통계치) | 379,334 | 393,318 | 400,764 | 396,761 | 411,112 | 418,891 | 435,940 | 455,815 | 474,674 | - | |
| 도로정비 기본계획 | 계획 | 556,967 | 570,983 | 585,488 | 589,415 | 593,830 | 598,245 | 602,660 | 607,075 | 611,491 | 4.63% |
| | 보정 | 519,756 | 538,241 | 553,121 | 566,116 | 582,026 | 603,539 | 629,697 | 654,101 | 675,849 | 4.54% |
| 도로정비 수정계획 | 계획 | 472,834 | 484,688 | 496,543 | 502,934 | 509,326 | 515,717 | 522,109 | 528,500 | 534,892 | 2.40% |
| | 보정 | 433,130 | 448,534 | 460,934 | 471,763 | 485,022 | 502,949 | 524,747 | 545,084 | 563,207 | 1.94% |
| 제2차 도로 정비기본계획 | 계획 | 390,649 | 399,249 | 407,849 | 416,448 | 425,048 | 433,648 | 442,247 | 450,847 | 459,447 | 0.19% |
| | 보정 | 384,339 | 410,209 | 423,984 | 416,579 | 443,128 | 457,519 | 489,060 | 525,829 | 560,718 | 0.91% |

자료: 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011), 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010), 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020), 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020), 국토교통부. 각년도. 도로교통량통계연보 자료를 자체 가공하여 작성

1) 계획에 제시되지 않은 보정수치는 해당 계획의 방법론을 이용하여 본 연구에서 재추정

그림 2-14 | 사회경제지표 보정을 통한 장래 VKT 예측 결과 비교



자료: 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011), 건설교통부. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010), 국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020), 국토교통부. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020), 국토교통부. 각년도. 도로교통량통계연보 자료를 자체 가공하여 작성

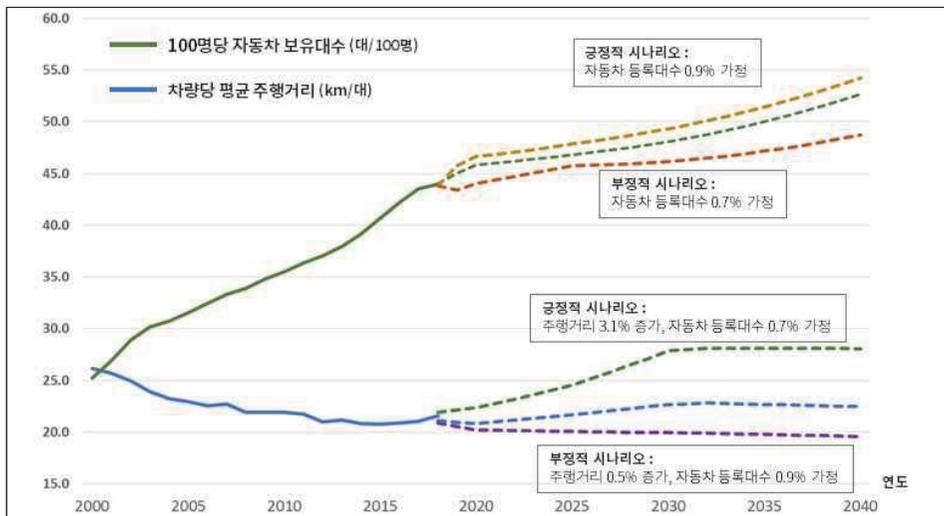
(3) 도로이용패턴 변화 분석

기존 연구결과를 활용하여 자동차 보유대수와 평균 주행거리 전망을 비교·검토하고 자 인구, 자동차보유대수, 주행거리 등을 다음과 같이 설정하여 변화를 분석하였다.

먼저, 인구는 통계청 장래인구 추계의 시나리오별 추계인구 자료를 활용하였고, 자동차 보유대수는 기존 연구결과인 「자동차 보유대수 장기 전망에 관한 연구(한국교통연구원, 2012)」 결과를 활용하였다¹²⁾. 또한 주행거리는 20년간 평균 증가율(1.49%) 및 연평균 증가율(0.5~3.1%)을 활용하였다.

분석 결과 평균 주행거리의 감소에도 불구하고, 차량보유대수가 지속적으로 증가함에 따라 총 주행거리 또한 2000년 이후 꾸준히 증가세를 유지하였다. 기존 계획들의 주행거리에 대한 과대추정은 평균 주행거리의 감소에 기인한 것으로 보여지며, 차량 1대당 평균 주행거리는 국외 사례를 참고하여 대당 25km를 최저 수준으로 설정하였으나, 우리나라의 평균 주행거리는 지속적으로 감소하다가 2012년 이후 21km 수준으로

그림 2-15 | 도로이용패턴 변화 분석



자료: 저자 작성

12) 박상준 외. 2012. 자동차 보유대수 장기 전망에 관한 연구. 제4장 자동차 보유대수 추정의 분석결과(pp.41-45) 활용

정착되고 있는 실정이다. 100명당 차량보유대수는 1997년 22.3대에서 2017년 43.5대로 크게 증가하였으며 장래에도 이러한 패턴이 유지될 것으로 전망된다.

(4) 여객통행 통행거리 변화 분석

도로이용자의 통행거리 변화를 분석하기 위하여 KTDB의 여객통행 O/D를 동일한 목표연도(2040년)에 대해 조사시점(2005~2016년)별로 통행거리 분포에 대한 차이를 분석하였다. 2005년, 2010년, 2016년 수행된 가구통행실태조사를 통해 구축된 여객통행 O/D 자료(2009년 배포판, 2014년 배포판, 2018년 배포판)를 활용하여 지역간 통행거리 및 통행량을 비교·분석하였다.

배포연도별로 동일시점을 비교하면, 2009년 배포 O/D에 비해 2014년과 2018년 배포 O/D에서 2020년 단거리 통행(10km 이내)이 증가하고 장거리 통행은 감소하는 것으로 분석되었다. 2009년 배포된 O/D에서는 2040년 기준 10km 이내의 단거리 통행비율을 78.3%, 50km 이상의 장거리 통행비율을 4.9%로 예측. 2014년 배포된 O/D에서는 2040년 기준 10km 이내의 단거리 통행비율을 84.1%, 50km 이상의 장거리 통행비율을 3.9%로 예측되었다. 2018년 배포된 O/D에서는 2040년 기준 10km 이내의 단거리 통행비율을 83.8%, 50km 이상의 장거리 통행비율을 3.8%로 예측되었다.

표 2-4 | 여객통행 O/D 배포연도별 여객통행 통행거리 변화 분석

| 구분 | | 10km 이내 | 10~30km | 30~50km | 50~100km | 100km 이상 |
|--------------|-------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 2009년 배포판 | 2020년 | 79.2% | 11.4% | 4.6% | 2.7% | 2.2% |
| | 2040년 | 78.3% | 11.9% | 4.8% | 2.7% | 2.2% |
| 2014년 배포판 | 2020년 | 84.7% | 8.5% | 3.1% | 2.4% | 1.3% |
| | 2040년 | 84.1% | 8.7% | 3.3% | 2.5% | 1.4% |
| 2018년 배포판 | 2020년 | 85.0% | 8.8% | 2.9% | 2.0% | 1.3% |
| | 2040년 | 83.8% | 9.2% | 3.1% | 2.4% | 1.4% |

자료: KTDB 전국 지역간 기중점통행량(2009, 2014, 2018) 자료를 자체 가공하여 작성

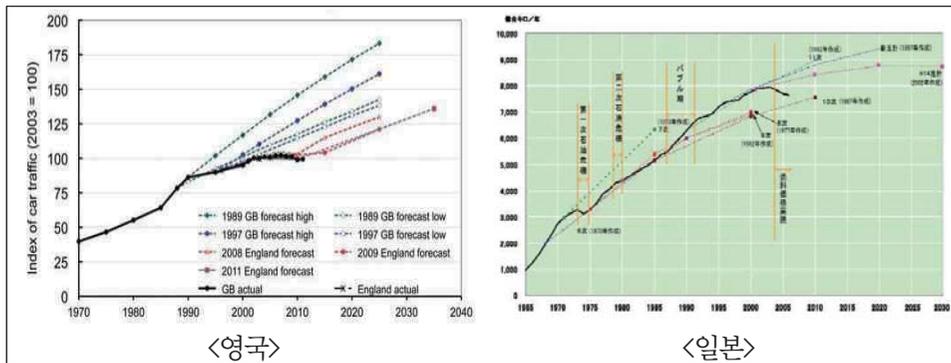
(5) 시사점

기존의 장래 예측은 통행패턴 및 이용행태는 유지한 채 사회경제지표의 변화만을 반영하였으나, 사회구조가 변화하고 도로 관련 기술이 크게 발전하면서 선형적(Linear) 예측방식에 대한 개선이 요구된다. 저출산고령화, 인구절벽 등 교통수요 감소, 행복도시, 혁신도시 등 국토공간의 다핵화에 따른 주행거리 증가, 자율주행차 상용화로 인한 운전진입 장벽 완화와 차량 보유대수 증가 등 장래 VKT 및 교통수요에 영향을 미칠 수 있는 요인이 증가하고 있다.

도로교통부문의 급변하는 환경에 대응할 수 있는 다양한 미래 시나리오를 고려한 도로교통수요 예측을 통해 미래지향적 교통계획 수립이 필요하다.

영국, 일본 등 선진국에서는 시나리오 기법을 통한 도로교통수요 예측방법을 활용 중에 있으므로 국토종합계획, 국가도로종합계획 등 대부분 중장기 계획의 목표연도(2020년)가 도래한 최근 시점에서 이러한 유연한 계획수립 방법론을 적극 검토할 필요가 있다.

그림 2-16 | 국외 미래 도로교통수요 예측 비교



자료: 김주영 외. 2016. 미래 교통수요의 변화 예측 pp.39-40 재인용



CHAPTER 3

미래 환경변화와
도로교통부문의 영향

- 1. 국토 공간구조 재편 시나리오 | 41
- 2. 교통부문 미래 전망 해외 사례 | 46
- 3. 미래 환경변화와 도로교통 부문의 영향 | 55

미래 환경변화와 도로교통부문의 영향

본 장에서는 국토공간구조 재편 시나리오를 전제로 하여 외국의 교통부문 미래 전망 사례를 살펴보고, STEEP 방법을 적용하여 미래 환경변화를 도출하였고, 전문가 설문조사 등을 통해 총 6개 메가트렌드와 18개 세부변화요인을 도출하였다.

1. 국토 공간구조 재편 시나리오¹⁾

1) 도로교통 분야 변화 분석의 전제

본 연구의 도로교통분야 변화 분석과 간선도로의 미래상 도출은 향후 국토 공간구조 재편에 대한 시나리오(이용우 외, 2014)에 기반하고 있다. 이는 지금까지의 도로계획이 국가의 공간계획과 국토개발을 뒷받침하고, 개발이 집중된 지역과 그렇지 않은 지역 사이에 이동성과 접근성에 있어서의 격차를 줄일 수 있도록 추진되어 온 것과 맥락을 같이 한다. 따라서 본 연구의 결과에서는 국토 공간구조 재편 시나리오에 대해 각각의 계획·개발 기초를 효율적으로 뒷받침할 수 있는 간선도로의 역할과, 각 시나리오에서 상대적으로 낙후될 수 있는 지역의 이동성과 접근성을 보장할 수 있는 보완방안을 제시하고자 한다.

1) 본 절의 전체적인 내용은 이 연구의 논리를 전개하는 전제로써 “미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ)”(이용우 외, 2014)에서 제시한 국토 공간구조 재편의 네 가지 시나리오를 요약하고 있음.

위의 국토 공간구조 예측 연구에서는, 미래의 국토 공간구조 변화는 기존 대도시권 자체의 성장과 인접 대도시권 간의 상호 연계 여부에 따라 그 방향성을 살펴보았다. 구체적으로는 메가도시권 성장, 다중심 초연계, 자족적 분립, 분산적 집종의 네 가지 공간구조 시나리오로 유형화하고 있다. 단, 국토 공간구조는 다들지라도 첨단과학기술, 초고속 교통수단의 등장과 함께 이동의 편리성과 안전성이 일상생활에서 지금보다 강화될 것이라 예측하였다.

또한, 국토공간구조 시나리오에서는 도시권의 성장을 가정하고 있으며, 이는 세계적인 추세로 여러 나라의 미래 예측에서 중요하게 다루어지는 공통적인 요소이다. 예를 들어 미국 대도시권(메가리전)은 현재 전체 인구의 약 반을 수용하고 있으며, 2045년에는 전체의 75퍼센트를 수용할 것(미국 교통부, 2015)으로 예상되고 있고, 일본의 경우 인구 감소에도 불구하고 도시권 인구는 증가하는 것으로 예측(일본 국토교통성, 2015)되고 있다.

국토공간구조의 재편은 ‘자원 및 성장의 배분 방식’과 ‘경제발전 및 제약요인’이라는 2개의 핵심 변화동인(변인)이 여건 변화와 결합하여 일어나는 것으로 보았으며, 이에 따라 대표적으로 서로 다른 특징의 도시와 농촌의 성쇠, 도시권을 비롯한 지역 간 관계를 도출한 것이 본 연구에서 참고한 시나리오이다. 자원 및 성장의 배분 방식은 경쟁적 배분체계와 협력적 배분체계로 크게 구분할 수 있으며, 전자에 의해서는 대도시 집중과 도시권이 강화되지만 지역격차는 증가할 것으로 예상할 수 있으며, 후자에 의해서는 지역 간 역할 분담과 네트워크가 강화되어 상생 발전하는 상황을 예상할 수 있다. 경제발전 및 제약요인 역시 크게 두 가지로 정의하여, ‘기술중심적 발전’은 인프라 및 시설의 광역화와 공간 재생을 강화하는 특징을 가지며, ‘자원 및 환경 중심적 발전’은 화석에너지 사용 제약으로 물리적 이동성 제약, 지역생활권 단위 개발의 특징을 가진다. 국토공간구조 미래 시나리오는 위의 경쟁적/협력적, 기술중심적/자원 및 환경중심적의 조합을 구성하여 메가도시권 성장(경쟁적, 기술중심), 자족적 분립(경쟁적, 자원 및 환경중심), 분산적 집중(협력적, 자원 환경중심), 다중심 초연계(협력적, 기술중심)으로 구성되어 있다.

2) 국토 공간재편 시나리오별 특징

(1) 메가도시권 성장 시나리오

공간구조 재편 시나리오 중 첫 번째 메가도시권 성장 시나리오는 초고속교통망 발달 등으로 이동성이 높아지고, 고밀 토지이용이 증가하며, 집적경제가 강화되어 대도시에 집중현상이 일어나고 메가도시가 확대될 것이라는 예상이다. 과학기술 발전을 통해 첨단산업 중심으로 산업을 유도하고, 경제적 글로벌화가 예상되며, 기술중심의 경제발전이 지속될 것이라 예상하였다. 초고속화에 따른 이동성 제고는 대도시권 성장을 가속화 하여 수도권 영향이 천안, 세종, 대전 등 충청권과 함께 춘천, 원주 등 강원권을 통합하는 수충강지역으로 확대될 것이다. 부산과 울산 포함하는 경남지역은 대구까지 확대되어 부울경-대가 대도시권을 형성하며 2개의 메가도시권이 아령형의 이극(二極) 국토공간구조를 형성할 것으로 전망하였다. 메가수도권의 인구비중은 전체 인구의 70%를 차지할 것으로 예상하며, 생산 가능인구 및 1인 가구가 증가할 것이다. 아령형 이극(二極)구조는 복지와 안전 등 다양한 부문에서 양극화가 발생하게 되고, 에너지자원 측면에서 신재생에너지 개발 등 에너지 효율성 제고를 위한 노력을 통해 환경문제 등이 최소화될 것으로 전망하였다.

(2) 자족적 분립 시나리오

두 번째 자족적 분립 시나리오는 일자리, 생활 서비스의 제공, 식량 및 에너지 생산에 있어 중심 도시와 주변지역이 하나의 자족적 체계를 갖추는 공간구조를 갖게 되는 경우이다. 이러한 시나리오 하에서는 식량 및 자원 생산지역의 녹색생산지대 조성 및 지역자원 중심의 활성화 전략이 필요하다. 수도권을 중심으로 인구의 집중은 계속 진행되고, 지방도시는 수도권과의 이격 거리, 주변 대도시와의 연계성 여부, 인구 규모 등에 따라 중규모 도시로의 성장이 결정될 것이다. 따라서 지방대도시권 및 중규모도시 인구는 감소하고 인구과소지역을 중심으로 공동화가 진행될 것이다. 과학기술은 발달

하지만 에너지 및 식량자원의 불안정 등으로 자원의 중요성이 강조됨에 따라 대도시 및 중규모도시 등 거점지역과 생산기능을 가진 주변지역의 연계체계를 구성하는 돔(Dome)형 공간구조를 형성할 것이다. 즉, 돔형 공간구조에서는 일자리, 에너지, 식량 등을 공급자족으로 조달하므로 상호 연계가 약한 고립적으로 전국에 분포할 것이다. 중규모 도시와 주변 대도시로의 인구 이동 증가에 반해 인구과소지역은 인구 감소에 따라 보다 효율적 도시운영을 위해 행정구역의 통합이 진행될 것이다.

(3) 분산적 집중 시나리오

세 번째 분산적 집중 시나리오에서는 도시와 지역이 특징적인 역할을 분담하게 되고, 접근성이 갖추어진 대도시를 중심으로 광역적 차원의 집중형 공간구조를 형성하여 그 안에서 생활서비스가 효율적으로 제공되는 경우이다. 광역적 정주여건 형성과 상호 협력과 활용이 가능한 의료, 복지 및 안전 서비스의 생활권별 재편 전략이 요구되는 시나리오이다.

서울 및 수도권은 도시화는 성숙단계에 이르러 인구 성장이 정체되며, 공공기관 지방이전 효과로 수도권 인구의 분산이 이루어질 것이다. 공간구조가 대도시, 중규모도시, 중소도시 등의 계층적 도시권을 형성하고 이를 유기적으로 연계하여 국토공간의 형평적 활용이 가능할 것이다. 지방대도시권은 지방의 중심도시로서의 구심력을 가지면서 인접도시와의 연계 강화가 유지될 것이다. 인구규모가 작은 지역에서는 체육시설, 의료시설 등 다양한 도시 시설들의 통합적 이용이 활성화 될 것이다. 특히 인구과소지역은 여가휴양, 식량 및 에너지 생산에 적극 활용되어 경제적 가치 상승을 실현하게 될 것이다.

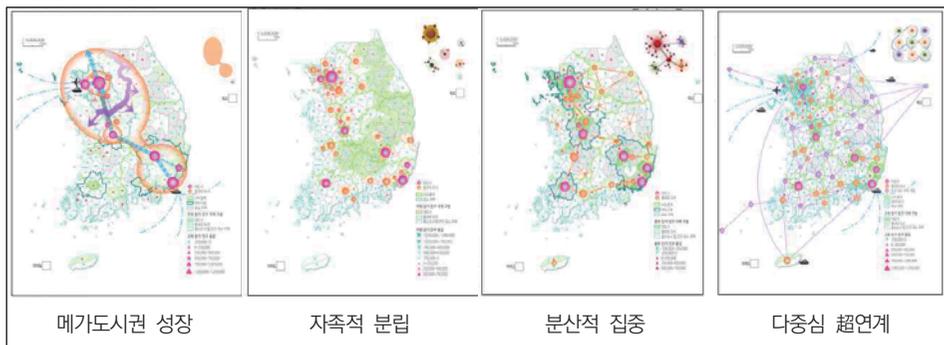
(4) 다중심 초연계 시나리오

마지막으로 다중심 초연계 시나리오에서는 초고속교통망 구축과 디지털 초연계화로 이동성이 극대화되고 도시로의 접근성이 향상되어 거주, 산업입지 및 서비스 입지가

유연하며 이들 상호연계가 강화되는 특징을 지닌다. 첨단기술의 발달과 미래형 인프라의 구축과 함께 공유형 국토이용(주택, 임대, 일자리 등)을 가능하게 할 사물인터넷 기반 첨단지능형 공간구조의 전략이 요구되는 경우이다.

대도시, 중규모도시, 소도시 등 도시의 구분이 의미가 없이 인구, 토지이용, 도시기능 등이 균형 있게 분산된 공간구조를 형성할 것이다. 초연계를 위해 국토상의 도로 네트워크는 물론 모든 시설의 접근성과 그에 따른 서비스 수준이 균등하게 배분되는 것을 의미한다. 국토의 어디에 살더라도 같은 수준의 삶의 질을 영위할 수 있으므로 이상적인 인구 분산의 실현을 기대할 수 있다

그림 3-1 | 국토공간구조 미래시나리오



자료: 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ). 2014. 이용우외. pp.85-110 자료를 저자가 재구성

3) 시사점

지금까지 검토한 네가지의 국토공간구조 재편 시나리오는 장래 국토계획에서 바라보는 국토 및 지역정책의 방향을 제시한 내용으로 기존 연구에서는 메가도시권 성장시나리오가 가장 실현가능한 시나리오이나 많은 전문가들은 분산적 집중 시나리오 실현을 위한 정책개발이 필요하다는 의견을 제시한바 있다.

국토계획과 국가간선도로계획의 정합성을 제고하기 위한 노력의 일환으로 제3차 국

토종합계획에서 제시한 전국간선도로망계획(7×9)은 지금까지 도시발전을 지원하고, 산업단지, 공항, 항만 등의 입지를 지원하는 역할을 수행하였다.

따라서 다양한 형태로 변화가 예상되는 국토 공간구조를 고려한 중장기적인 도로교통부문의 변화에 대한 검토가 필요하며, 그 가운데 이러한 변화에 대응가능한 국가간선도로의 기능과 역할을 어떻게 설정할 것인가에 대한 검토가 필요할 것으로 판단하였다.

2. 교통부문 미래 전망 해외 사례

1) 영국 도로교통협회²⁾의 미래전망³⁾

영국의 도로교통협회(Chartered Institution of Highways & Transportation, 이하 CIHT)는 현재 일어나고 있는 다양한 변화가 교통 부문에도 중대한 변화를 가져올 것으로 보고, 이에 대해 교통 관련 전문가들이 나아갈 바를 논의하자는 ‘CIHT FUTURES’ 이니셔티브를 발표하였다. 11개 지역에서 200여명의 교통전문가들과의 워크숍을 개최하여, 미래의 불확실성, 접근방식 등 다양한 주제에 대해 토론하고 그 결과를 정리하여 주요 메시지와 권고사항을 제안하였다.

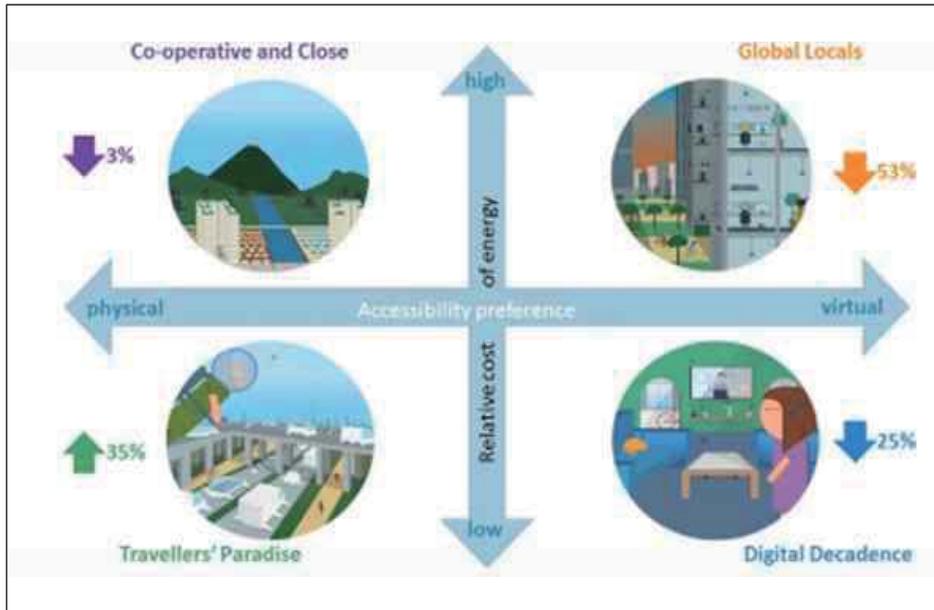
이 보고서에서는 접근성과 에너지 비용을 두 축으로 미래 시나리오를 설정하고, 이에 대한 다양한 가능성을 살펴보았다. 첫 번째 시나리오는 가상적 교류보다는 물리적 교류를 선호하게 되고, 에너지비용이 높은 경우이다. 이러한 상황에서는 교류의 효율화를 위해 근거리 지역 간 교류가 늘어나(Co-operative and Close) 총 VMT가 현재보다 약 3% 감소될 것이 예상된다. 두 번째 시나리오는 물리적 교류보다는 가상적 교류가 중요해지고 에너지 비용이 높은 경우이다. 이 경우는 가상적 교류가 활성화됨과 동

2) CIHT, Chartered Institution of Highways & Transportation

3) CIHT. 2016. Uncertainty Ahead: Which Way Forward for Transport?

시에 통행은 더욱 억제되어 초근거리 통행이 주를 이루게 되고(Global Locals) VMT가 약 53% 감소될 것으로 예상하였다. 세 번째 시나리오에서는 물리적 교류가 선호되고 에너지비용이 낮은 경우이다. 이 경우는 첫 번째 시나리오보다 에너지비용이 적어 이동이 활발해지고(Travellers' Paradise), VMT는 현재보다 약 35% 증가될 것으로 예상하였다. 마지막 시나리오에서는 가상적 교류가 중요해지지만 에너지 비용은 낮아지는 경우로, 통행비용이 낮음에도 가상 교류 활성화로 통행이 감소하게 되어(Digital Decadence) VMT는 약 25% 감소할 것으로 예상하였다.

그림 3-2 | CIHT 미래 시나리오 개념도



자료: CIHT, 2016. Uncertainty Ahead: Which Way Forward for Transport?. p.11

2) 매킨지앤컴퍼니의 미래의 이동성 예측4)

글로벌 컨설팅 회사 매킨지앤컴퍼니는 2017년 이동성의 미래와 도시가 변화한 이동성으로부터 얻을 수 있는 혜택에 대한 보고서를 발표하였다. 미래의 이동성은 자율주행, 전기차, 공유교통 등 기술발전에 따라 크게 변화할 것으로 보았고, 도시 이동성에 큰 영향을 미치는 7대 요소로 공유 모빌리티, 자율 주행, 전기차, 사물인터넷, 대중교통, 사회기반시설, 에너지시스템의 분산화, 제도 개편을 선정하였다. 이러한 이동성의 변화에 대해 도시별로 유형과 특징에 맞춰 대응방안을 수립할 것을 제안하였다. 대표적으로 고밀도·개발중, 고소득·저밀도, 고밀도·개발완료로 도시를 유형화하여 각각에 대해 교통체계 연결성 개선(Seamless Mobility), 개인 소유의 자율차 중심체계 구축(Private Autonomy), 환경친화 및 공유시스템 강화(Clean and Shared)하기 위한 목적으로 구체적인 방안을 마련할 것을 제안하고 있다. 각 도시 유형별 제안사항은 <표 3-2>로 요약하였다.

표 3-1 | 도시 이동성 변화의 주요 요인

| 요인 | 내용 |
|---|--|
| 공유 모빌리티 (Shared Mobility) | · 공유경제의 확장으로 대중교통 수요와 자동차 구매에도 영향을 미칠 것으로 전망 |
| 자율 주행 (Autonomous Driving) | · 도로 안전성의 급격한 향상과 함께 운송비 절감, 접근성 확대 등 다양한 효과와 함께 이동편의의 향상으로 총 VKT 증가 가능성 |
| 전기차 (Electrification of Vehicles) | · 전기차의 판매량이 2011년 5만대에서 2015년 45만대로 급증, 배터리의 저장전력으로 침투시간대 활용도 가능 |
| 사물인터넷 (Internet of Things) | · IoT가 자동차와 도로인프라로 확산된다면 이용자와 관리자 모두 많은 혜택을 누릴 것으로 예상 |
| 대중교통 (Public Transit) | · 자율주행과 대중교통의 결합으로 유연하고 안정적인 서비스 제공 가능 |
| 사회기반시설 (Infrastructure) | · 늘어나는 교통수요를 시설공급이 만족시키기 어려우나, 앞선 주요 요인들과 결합한 기반시설 공급을 통해 대응 가능 |
| 에너지 시스템의 분산화 (Decentralization of Energy System) | · 재생에너지 생산비용의 지속적인 하락으로 전기차의 유용성이 더 크게 증가 |
| 제도 개편 (Regulation) | · 이동성 촉진을 위한 세제 혜택과 인센티브, 대중교통 장려 및 개인교통 규제 제도 등 공공목표를 달성하기 위한 제도 개편 |

자료: McKinsey&Company. 2017. The future(s) of mobility: How cities can benefit 내용을 저자가 재구성

4) Mckinsey & Company (2017) The future(s) of mobility: How cities can benefit

표 3-2 | 도시유형별 미래 시나리오

| 시나리오 | Seamless Mobility | Private Autonomy | Clean and Shared |
|----------|---|--|---|
| 적용 도시 유형 | 고밀도·개발중 도시 (Dense·Developing city) : 델리, 이스탄불, 뭄바이 등 | 고소득·저밀도 도시 (High-income·low-density city) : 휴스턴, 루르, 시드니 등 | 고밀도·개발완료 도시 (Dense·Developed city) : 런던, 상하이, 싱가포르 등 |
| 여건 | <ul style="list-style-type: none"> 대기오염 및 교통혼잡 심화, 교통시설 확충의 어려움 등 문제 심화 이를 위해 통합교통체계로 빠른 전환을 요구 | <ul style="list-style-type: none"> 자가용 이용비용이 높으며, 도로에서 보내는 시간이 많음 통합교통체계가 도입되도 자가용이 여전히 주교통수단 | <ul style="list-style-type: none"> 질 좋은 대중교통과 잘 갖추어진 연계체계 E-hailing 서비스(우버, 카카오택시 등)와 같은 첨단 이동성 서비스 활성화 |
| 미래 예상 특징 | <ul style="list-style-type: none"> 사회기반시설 지속 투자 저비용·고효율 교통수단의 확대 자율주행의 늦은 활성화 | <ul style="list-style-type: none"> 높은 자율주행차 활용 높은 공유 모빌리티 활용 대중교통의 위기 | <ul style="list-style-type: none"> 공유 자율주행차의 군집주행 통합교통 플랫폼 향상된 대중교통 도시계획의 변혁을 유발 |
| 예상 편익 | <ul style="list-style-type: none"> 2015년부터 2030년까지 연간 6억달러의 사회적 편익 기대 편익의 80%는 안전 개선에서 발생 | <ul style="list-style-type: none"> 연간 5억달러의 편익 기대 GDP 0.9% 증가 편익의 50%는 보행자와 보행자 안전의 개선, 나머지 자율주행으로 인한 혼잡 감소에서 발생 VKT의 증가로 환경편익은 미미 | <ul style="list-style-type: none"> 연간 25억달러의 편익 기대 GDP 3.9% 증가 대부분 편익은 혼잡 감소에서 발생 |

자료: McKinsey&Company. 2017. The future(s) of mobility: How cities can benefit 내용을 저자가 재구성

3) 빅토리아 교통정책 연구소⁵⁾의 미래 전망⁶⁾

빅토리아 교통정책연구소에서 2006년 연구를 보완하고 그간의 변화를 종합한 2016년 교통분야 미래 전망에서는 미래 교통수요에 영향을 미칠 것으로 손꼽힌 요소를 리뷰

5) Victoria Transport Policy Institute

6) Todd Litman (2016) The future isn't what it used to be: changing trend and their implications for transport planning. (T. Litman (2006) Changing Travel Demand: Implications for Transport Planning, ITE Journal, Vol. 76, No. 9, pp. 27-33. 로 최초 발간)

하고, 각각의 요소가 교통수요에 어떠한 영향을 미칠지에 대해 분석하고 종합적인 영향을 전망하는 기본 틀을 제시하였다. 또한 앞으로 일어나게 될 변화는 현재의 교통시스템과는 현격히 다른 새로운 시스템으로의 전환을 유발하게 될 것이므로, 이에 적합한 계획 패러다임이 필요함을 제시하였다. 지금까지는 이동성이 중요하게 고려되었다면 앞으로는 접근성이 더욱 중요하게 고려되어야 함을 강조하였으며, 또한 지금까지 자동차 중심의 단일수단으로 이루어진 통행을 고려하였다면 앞으로는 더욱 다양한 교통수단이 매끄럽게 연결되는 체계가 필요함을 제시하였다.

표 3-3 | 교통수요 영향요소 및 영향

| 영향요소 | 교통수요에 대한 영향 전망 |
|-----------|---|
| 인구 | · 은퇴, 고령화, 자녀 수 감소에 의한 교통수요 감소 |
| 소득수준 | · 저-중소득 그룹에서는 vkt가 증가, 중-고소득 그룹에서는 완만한 증가 |
| 거주위치 | · 멀티모달 사용이 가능한 고밀도 지역에 인구 집중으로 수요 감소 |
| 운영비용 | · 기술의 발전과 연료비 증가, 통행료 증가의 복합적 영향으로 완만한 감소 |
| 이동 속도 | · 큰 변화 없음 |
| 수단 선택지 | · 새로운 수단의 등장으로 교통수요 감소영향 예상(신 수단 도입에 대한 정책의 영향 고려 필요) |
| 새로운 기술 | · 원격근무와 개선된 대중교통 정보, 운영기술로 교통수요 감소 |
| 이용자 선호 변화 | · 새로운 수단, 도시 거주, 보행 가능한 환경에 대한 선호도 증가 |
| 건강에 대한 고려 | · 교통 및 레저의 수단으로 걷기, 자전거 증가 |
| 환경에 대한 고려 | · 에너지 절약, 배출가스 저감 정책에 의한 교통수요 감소 |
| 화물 교통 | · 기존 수요가 많이 나타나는 곳에 더욱 집중될 것으로 예상 |

자료: Todd Litman. 2016. The future isn't what it used to be: changing trend and their implications for transport planning 내용을 저자가 재구성

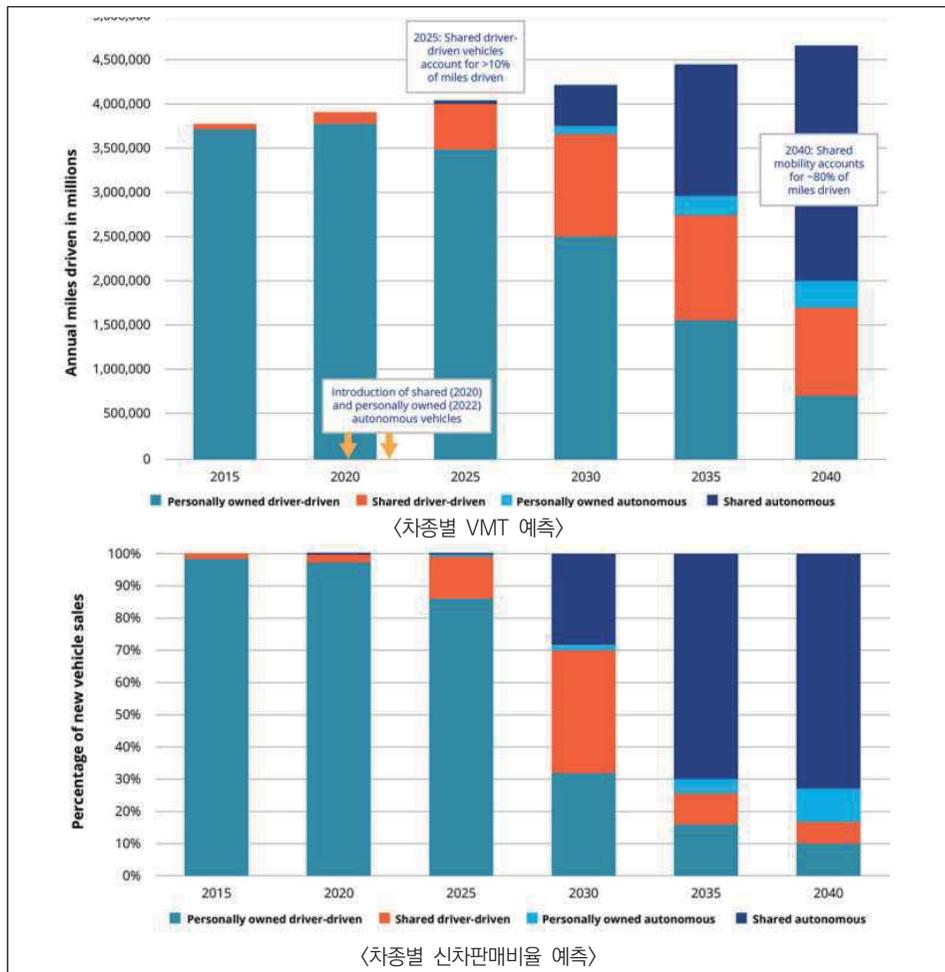
4) 딜로이트의 미래 이동성 예측⁷⁾

또 다른 글로벌 컨설팅 회사 딜로이트는 현재 자율주행이 기술발전 초기에 해당하여

7) Deloitte. 2017. The future of mobility: what's next?

교통 및 도로분야에 미치는 영향이 미약하지만, 2030년 이후에는 공유서비스와 결합되어 VMT 및 신차판매율에서 무시할 수 없는 비율을 차지할 것으로 전망하였다. 이러한 시장의 변화는 차량 및 기타 교통수단의 이용행태, 에너지, 데이터 요구량 등 다양한 요소의 변화를 동반할 것으로 예상된다.

그림 3-3 | 미국 차종별 VMT와 신차판매비율 예측



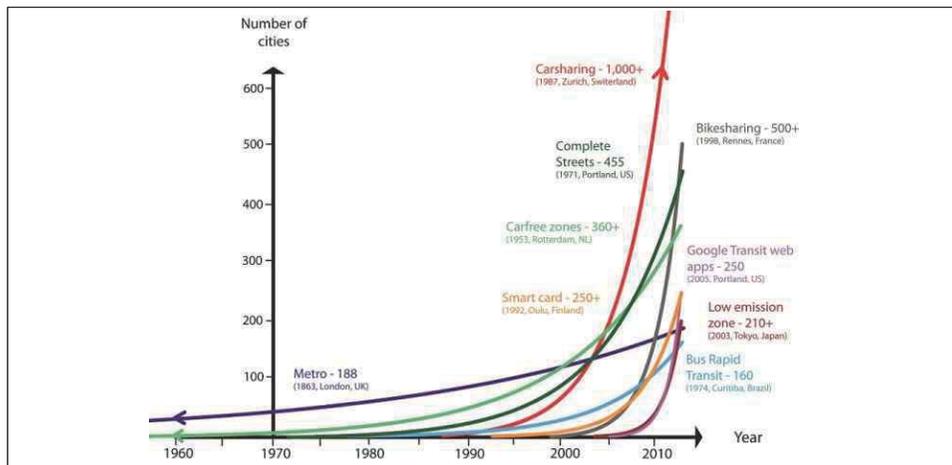
자료: Deloitte. 2017. The future of mobility: what's next?. p.6

5) 시사점

앞서 검토한 미래 예측과 관련한 문헌에서는 공통적으로 현 시점을 교통부문의 중대한 변화시기로 판단하여, 다양한 접근방법을 활용하여 불확실한 미래 변화를 예측하려는 노력을 기울이고 있다. 전통적인 교통수요모형에서 교통수요 예측을 위해 사용되는 인구, 사회, 경제적 변수 외에 공통적으로 기술의 발전이 미래 교통에 커다란 영향을 미칠 것으로 고려하고 있다.

국내에서도 기존 국가간선도로 계획은 사회경제적 지표의 성장에 맞춰 선형적 예측을 바탕으로 수립이 되어 왔으나, 현재 시점의 미래 예측에서는 기술발전의 영향을 간과할 수 없을 것이다. 최근의 교통부문 관련 기술 발전으로 과거에는 없던 새로운 요소들(스마트카드, 전기자동차, 공유자동차 등)이 생겨났고, 이를 도입하는 속도는 과거부터 존재하는 기술 도입 속도보다 훨씬 빨라지고 있다(그림 3-4). 여기에 앞으로 일어날 소프트웨어적 변화(자율주행, IoT 등)가 더해지면 지금까지의 변화양상과는 완전히 다른 상황이 펼쳐질 것이 예상된다.

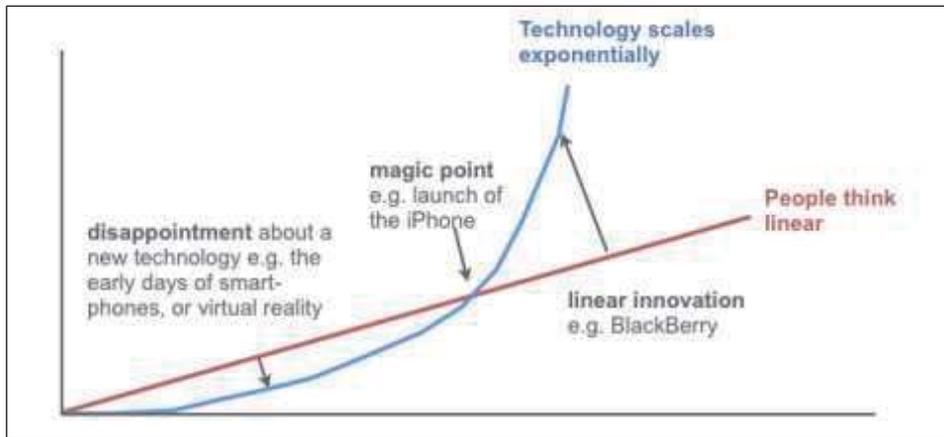
그림 3-4 | 신규 교통요소의 도입 추세



자료: Hidalgo D., and Zeng H. On the move: Pushing sustainable transport from concept to tipping point. 2013. EMBARQ (<http://thecityfix.com/blog/on-the-move-pushing-sustainable-transport-concept-tipping-point-dario-hidalgo-heshuang-zeng/>) (2018년 11월 20일 검색).

하지만, 현 시점에서 자율주행과 같이 교통수단을 이용하는 매커니즘을 완전히 바꾸는 기술적 변화가 도래한 상황을 예측하는 것은 쉬운 일만은 아니다. 기술 발전은 그 특성상 초기에는 발전 속도가 아주 느리다가 어느 시점이 지나면 매우 빠르게 증가하는 기하급수적 패턴을 가지므로 기술도입 및 개발 초기에는 그 영향이 매우 적지만, 일정 시점 이후 급속한 발전이 이루어지면 선형적 예측과는 전혀 다른 상태로 그 차이가 벌어지기 때문이다.

그림 3-5 | 기하급수적 발전에 대한 일반적 예측오류



자료: Technology Scales. People Don't. 2015. Digital Transformation & 'New Work' <https://medium.com/work-your-way/technology-scales-people-don-t-c142826f5ada> (2018년 11월 20일 검색).

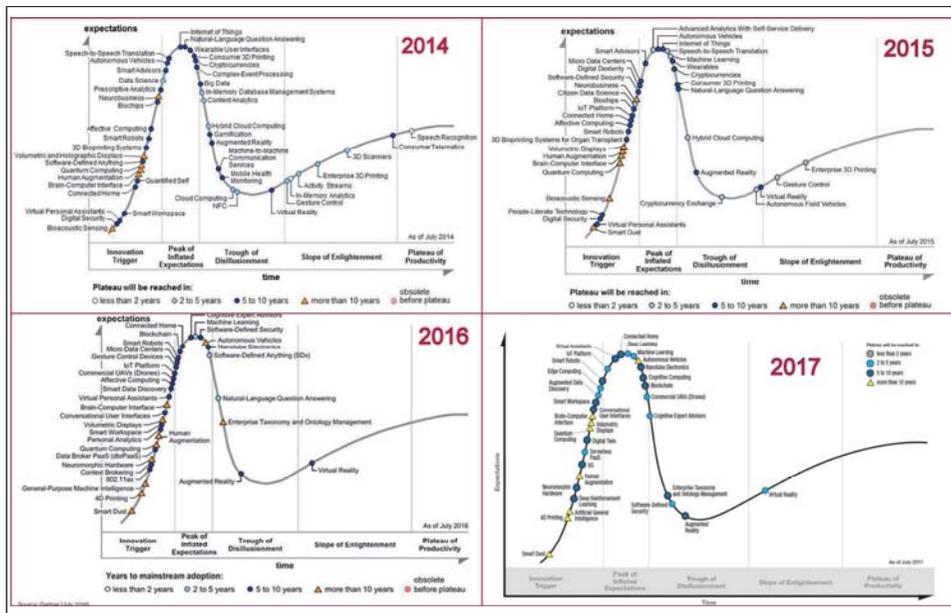
기술발전의 영향을 예측하는 데 있어 다른 한 가지 어려움은 기술에 대한 기대치에 실제 기술발전속도가 미치지 못하는 구간에서 발생하는 기술 및 기술의 영향력 예측에 대한 불신이다. 예를들어, 가트너의 분석에 의하면 자율주행은 가트너의 신기술 하이프사이클⁸⁾에서 수년간 부풀려진 기대의 정점에 위치하였다(그림 3-6). 여타 기술의 발전사례에 비추어 보면, 앞으로 자율주행에 대해서도 사고발생과 같은 안전문제, 기

8) 신기술이 개발되어 성숙 단계에 이르고 널리 보급될 때까지 거치게 되는 라이프사이클을 시각적으로 표현한 개념도(<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>)

술개발과 실용화 지연 등의 이유로 해당 기술에 대한 환멸단계를 거칠 가능성이 있다. 이 시점에서는 자연히 해당 기술이 가져올 미래에 대한 예측이 일시적으로 신뢰를 잃게 될 수 있지만, 장기적으로 자율주행 기술이 생산성 안정 단계에 접어들면 교통분야에 지금까지 볼 수 없었던 단속적인 변화를 가져오는 시점이 도래할 것으로 예상된다.

따라서 현 시점의 미래 예측에서 아직 실현되지 않은 기술개발이 교통분야에 가져올 변화는 간과해서는 안될 중요한 요소이나, 이에 대한 예측은 다양한 불확실성을 고려한 장기적인 시각을 견지하여야 한다. 본 연구에서는 2040년의 장기적인 목표 시점에 앞서 제시한 국토공간구조 변화의 전제 하에 통상적인 인구, 경제, 사회적 변화와 함께 기술변화가 조합되었을 때 도로교통, 특히 국가간선도로에 요구되는 미래상을 도출하고자 한다.

그림 3-6 | 가트너가 분석한 신기술의 하이프사이클



자료: Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies, 2014~2017 (Gartner 2014, Gartner 2015, Gartner 2016, Gartner 2017)

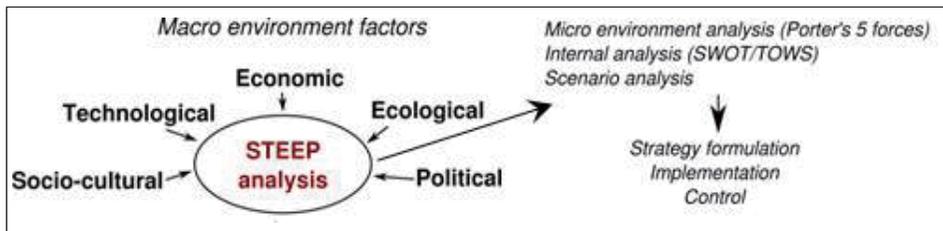
3. 미래 환경변화와 도로교통 부문의 영향

1) STEEP 분석을 활용한 미래 환경 변화 전망

현 시점의 도로교통의 변화에 대한 장기적 예측은 앞선 설명에서와 같이 다양한 불확실성을 내포하므로, 시나리오 유형별 대응을 위해서는 정확한 수치적 예측보다는 단순화한 모형으로 정책의 방향성을 도출하는 편이 유용하다.

메가트렌드 등 미래 사회변화를 거시적으로 예측하기 위해 일반적으로 사용되는 방법론으로는 메타분석⁹⁾, STEEP(Society, Technology, Economics, Ecology, Politics)¹⁰⁾, 환경스캐닝(Environmental scanning)¹¹⁾, 퓨처스휠(Futures wheel)¹²⁾ 기법 등이 있다. 이 중 STEEP 분석은 외부요인이 어떻게 영향을 미칠 것인가를 평가하는 방법으로 의사결정 또는 미래 전략을 수립하기 전에 외부의 힘을 고려하는데 유용한 기법으로, 본 연구에서는 교통분야 외부에서 영향을 미치는 핵심요인 도출하고 그 영향을 살펴보기 위해 채택하였다.

그림 3-7 | 전략수립 과정에서의 STEEP 분석의 역할



자료: https://ceopedia.org/index.php/STEER_analysis (2018년 11월 20일 검색).

9) 다수의 기존 연구 내용 분석하여 종합적인 이해를 도출하는 방법론

10) 전략적 의사결정을 위해 사회, 기술, 경제, 환경, 정치분야로 분류하여 변화를 분석하는 방법론

11) 대상이 되는 체계에 기회 혹은 위협이 되는 외부 환경요소에 대한 데이터를 조사·분석하여 전략적 계획을 마련하고자 하는 방법론

12) 대상이 되는 변화와 직·간접적으로 인과관계를 가지는 요소들과의 관계를 시각적으로 나타내어 의사결정에 사용할 수 있는 방법론

STEEP 분석은 바람직한 결과를 얻기 위해서는 5단계의 과정을 거친다.

- 1단계: 분석대상 인자(요인)의 이해(Understanding the elements being analysed)
- 2단계: 트렌드 간 상관관계 분석(Assess the interrelationship between different trends)
- 3단계: 트렌드와 연관된 이슈 설정(Relate the trends to issue)
- 4단계: 이슈의 미래 전망(Forecast the upcoming direction of issues)
- 5단계: 전망결과의 함의 도출(Drive the implication)

거시적인 환경 또는 여건변화 분석에 사용되어 메가트렌드를 도출하는데 유용한 기법인 STEEP 분석은 국토교통분야 미래 전망연구에서도 다양하게 적용되고 있다. 본 연구 참고문헌 중에서는 국토교통비전 2045 수립을 위한 연구(국토교통부, 2016), 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ)(국토연구원, 2014), 미래성장과제 실행력 제고를 위한 미래전략 로드맵 수립 연구(한국도로공사, 2017), 10년 후 대한민국: 미래이슈 분석보고서(미래창조과학부 등, 2015) 등이 채택하여 미래를 전망하였다.

2) 사회, 경제, 기술 등(STEEP) 분야별 미래 환경변화 분석 결과

(1) STEEP 분석을 위한 참고문헌

STEEP 방법론을 이용하여 도로교통의 미래상을 분석하기 위해, 본 연구에서는 국내 국토교통부문 미래 연구보고서 14종, 해외 미래 사회 전망 보고서 8종에 대한 메타 분석을 통해 국토교통부문 미래환경변화를 파악하고 도로교통분야에 영향을 줄 수 있는 외부 변화요인을 도출하였다. 대상 문헌을 선정하기 위해서는 교통분야 미래상 관련 문헌 뿐 아니라 전반적인 기술·사회적 변화에 대한 문헌을 포함하고자 하였으며,

정부, 연구기관과 비즈니스 컨설팅 회사의 전망을 아울러 다양한 시각을 반영하고자 하였다. 발간 시점은 검토한 문헌은 한 건을 제외하고는 최근 5년간의 발간물로 제한하여 최근의 기술발전 경향을 반영하고자 하였다. 참고한 문헌의 목록은 다음과 같다.

표 3-4 | STEEP 분석 대상 참고문헌 목록

| 번호 | 문헌제목 | 발행기관·저자 | 연도 |
|----|--|----------------|------|
| 1 | 국토교통비전 2045 수립을 위한 연구 | 국토교통부 | 2016 |
| 2 | 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ) | 국토연구원 | 2014 |
| 3 | 미래 교통수요의 변화 예측과 대응(2차년도) | 한국교통연구원 | 2017 |
| 4 | 미래 교통수요의 변화 예측 | 한국교통연구원 | 2016 |
| 5 | 미래성장과제 실행력 제고를 위한 미래전략 로드맵 수립 연구 | 한국도로공사 | 2017 |
| 6 | 미래 도로체계 전망을 통한 고속도로 기능 강화 방안 수립 | 한국도로공사 | 2016 |
| 7 | The Futures of Mobility: How Cities can Benefit | 매킨지앤컴퍼니 | 2017 |
| 8 | Scenarios for Land Transport in 2040 | Fiona McKenzie | 2016 |
| 9 | Trends→Transport and Australia's Development to 2040 and Beyond | DIRD | 2016 |
| 10 | 교통정책평가 국제협력 연구(2); 미래 불확실성을 고려한 의사결정방법론 연구 | 한국교통연구원 | 2015 |
| 11 | 저성장기의 도로교통투자 전략 연구 | 국토연구원 | 2015 |
| 12 | Trends; Infrastructure and Transport 2030 | DIRD | 2014 |
| 13 | 메가트렌드에 대응한 교통SOC 정책방향 연구 | 국토연구원 | 2014 |
| 14 | 미래사회 메가트렌드와 교통체계 전망 | 한국교통연구원 | 2012 |
| 15 | 10년 후 대한민국; 미래이슈 분석보고서 | 미래창조과학부 등 | 2015 |
| 16 | 10년 후 대한민국; 뉴노멀 시대의 성장전략 | 상동 | 2016 |
| 17 | 10년 후 대한민국; 이제는 삶의 질이다 | 상동 | 2016 |
| 18 | 10년 후 대한민국; 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비 | 상동 | 2017 |
| 19 | Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World | Deloitte | 2017 |
| 20 | Five Megatrends: and possible implications | PWC | 2014 |
| 21 | Future State 2030: The global megatrends shaping governments | KPMG | 2014 |
| 22 | Think like a Futurist: the Key to Ensuring Organisational Success in an Uncertain Future | Deloitte | 2017 |

자료: 저자 작성

(2) STEEP 분석결과

미래전망 보고서를 대상으로 STEEP 분석결과 사회(Society) 분야에서는 인구구조 변화, 개인 및 삶의 질 중시, 도시화의 진전과 지방도시의 쇠퇴가 주요 미래상으로 제시되었다. 기술(Technology) 분야에서는 IoT, AI, 3D프린터 등 기술 변혁의 가속에 대한 전망이 가장 많았고, 다음으로 빅데이터, 자율주행차와 같은 신교통수단의 도입과 초연결성이 제시되었다. 경제(Economy) 분야 미래 전망에서는 경제글로벌화, 산업구조 개편, 저성장 사회, 디지털 경제와 SOC 투자 감소가 주로 전망되었다. 환경(Environment) 분야에서는 기후변화 심화와 환경 중요성에 대한 인식 강화, 에너지 위기 및 대체에너지 개발이 주요 이슈이다. 정치(Policy) 분야에서는 국제사회의 다극화와 글로벌 거버넌스 환경 변화, 북한과의 관계 등이 주로 언급되고 있다.

표 3-5 | 메가트렌드 STEEP 분석 결과

| STEPP | 메가트렌드 | 문헌출처 |
|--------------------|------------------------------|--|
| 사회 (Society) | - 인구구조 변화(저출산 고령화, 생산인구 감소) | 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22 |
| | - 가치변화(삶의 질 중시) | 1, 3, 4, 13, 14, 15, 17 |
| | - 불평등, 계층간·세대간 갈등 | 15, 19 |
| | - 여성의 사회진출 강화 | 1, 14, 19 |
| | - 다문화 사회, 대량 이주 | 14, 15, 19 |
| | - 소비욕구의 다양화(합리적 소비) | 6, 8, 14, 16, 19 |
| | - 도시화, 도시양극화(메가시티화, 집중 및 쇠퇴) | 1, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21 |
| | - 개인중시 | 2, 13, 16, 17, 19, 21, 22 |
| | - 가족개념의 변화(독신가구 증가) | 6, 10, 14, 15, 16 |
| | - 공동체중시(사회 문제 공동 대응) | 2, 17, 19 |
| 기술 (Technology) | - 공유 경제 확산(공유차량 등) | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 19 |
| | - 기술 변혁의 가속(기술 중심) | 1, 2, 6, 9, 13, 14, 17, 18, 20, 21 |
| | - AI/IoT/3D 프린터/바이오/나노/AR | 1, 2, 6, 7, 9, 14, 16, 17, 18, 19 |
| | - 클라우드/블록체인 | 14, 18, 19 |
| | - 신교통수단 도입(자율주행차량, 하이퍼루프) | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16 |
| | - 친환경차 활성화 | 1, 2, 5, 7, 10 |
| | - 고속화 장거리 교통수단 도입 | 2, 3, 10 |
| - 자동화 | 8, 18, 19 | |

| STEEP | 메가트렌드 | 문헌출처 |
|---------------------|---|--|
| 기술 (Technology) | - 데이터 접근성 제고(빅데이터) - 디지털화 | 3, 8, 9, 17, 18 19, 22 |
| | - 초연결성, 스마트시티화 | 1, 7, 9, 18 |
| | - 의료의 기술화, 난치병 극복 | 15, 19 |
| | - 보안 등 투명도 집중 | 19 |
| 경제 (Economy) | - 경제 글로벌화 및 구조변화 - 산업구조 양극화 | 1, 9, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22 1, 15, 16 |
| | - 경제적 역동성 강화 - 세계 경제 성장(미국 등) | 2, 21 5, 6, 12 |
| | - 저성장 사회(경제적 역동성 약화) | 2, 11, 15, 18 |
| | - 디지털 경제 - 재택근무, 전자상거래, 스마트워크, 화상회의 등 | 15 3, 4 |
| | - 초연결사회, P2P 경제 | 8, 15, 19, 21, 22 |
| | - 가격 투명성 증가 | 8 |
| | - 데이터 가치화 | 8, 19 |
| | - SOC 투자 감소, 유지관리 부문 강화 | 3, 10, 12 |
| 환경 (Environment) | - 기후변화 심화 및 환경 중요성 증대(환경오염) - 재난위험 증가 | 1, 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21 1, 15 |
| | - 자원중시, 에너지 접근성 및 가격 - 에너지 위기 및 자원부족(대체에너지) | 2, 6, 8, 9, 10, 19, 21 2, 4, 6, 7, 14, 15, 19, 20 |
| | - 지속가능성 | 8 |
| | - 국가간 환경영향 증대 | 15 |
| | - 안보 및 거버넌스 환경변화 - 국제사회 다극화 - 글로벌 거버넌스 형성 | 1, 15, 19 14, 22 15, 17, 18 |
| 정치 (Policy) | - 신보호무역주의 | 18 |
| | - 정부역할 최소화(시장역할 강화) | 2 |
| | - 정부역할 강화(복지, 불균형 해결) | 2 |
| | - 북한과의 관계(안보 및 통일) | 1, 14, 15 |
| | - 전자 민주주의 | 15 |
| | - 국민 참여요구 증대 및 지방분권화 | 1, 14 |

자료: 저자 작성

위에 제시한 문헌의 분석을 통해 공통적으로 제시하고 있거나 중요도가 높게 다루어지고 있는 외부 변화요인을 도출하였다. STEEP 분석을 통해 도출한 메가트렌드는 사회분야에서 인구구조 변화, 가치변화, 도시양극화, 기술분야에서 기술변혁의 가속, 새로운 교통수단 개발을 선정하였다. 경제분야에서는 경제글로벌화, 산업구조변

화, 저성장 사회와 디지털 경제를, 환경분야에서는 기후변화 심화와 환경중요성 증대, 에너지위기와 자원 중시를 선정하였고, 정치분야에서는 안보 및 거버넌스 환경 변화가 선정되었다.

표 3-6 | 미래 환경변화 전망

| STEEP | 메가트렌드 | 세부 변화 요인 |
|-------------------|-----------------------|--|
| 사회 Society | 1.인구구조 변화 | 저출산·고령화 1인 가구 가속화 |
| | 2.가치 변화 | 개인 삶의 질 중시 다문화 가구 증가 소비욕구 다양화(합리적 소비) 공유경제 심화 사회문제 공동대응 |
| | 3.도시 양극화 (집중 및 쇠퇴) | 메가시티 확대 비 대도시권 쇠퇴 및 노후화 |
| 기술 Technology | 4.기술 변혁의 가속 | 자동화, 무인화(자율주행, 로봇기술 등) AI / IoT / 나노 / AR / 클라우드 / 블록체인 등 기술 발전 디지털화, 빅데이터, 데이터 접근성 제고 초연결사회 도래 |
| 경제 Economy | 5.경제 글로벌화 | 글로벌 경제 협력 확대 및 통합 |
| | 6.산업구조 변화 | 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 산업/기업/지역/직종간 양극화 심화 |
| | 7.저성장사회 | 경제 역동성 약화 |
| | 8.디지털 경제 | 전자상거래, 스마트워크, 화상회의, P2P 등 |
| 환경 Environment | 9.기후변화 심화 및 환경 중요성 증대 | 에너지 저소비형 개발 확대 친환경 기술 개발 가속 재난 및 재해 증대 |
| | 10.에너지위기 및 자원 중시 | 에너지 부족 및 가격 대체에너지 개발 |
| 정치 Policy | 11.안보 및 거버넌스 환경 변화 | 남북한 협력 증진 국제사회 다극화 글로벌 거버넌스 형성 안보 및 보안위험 증대 |

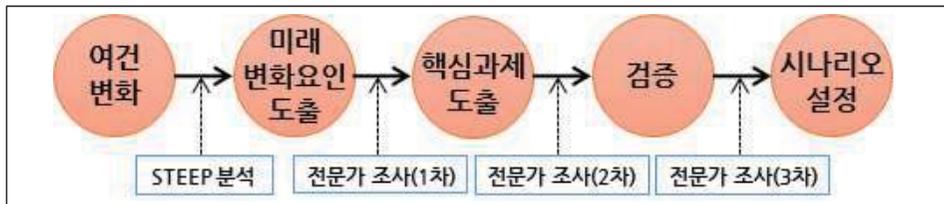
자료: 저자 작성

(2) 도로교통부문 관련 영향요인 조사¹³⁾

미래 국토 공간구조 형성에 영향을 받기도하고 반대로 영향을 미치기도 하는 국가간 선도로의 미래상을 도출하기 위해서는 다양한 여건변화의 가능성을 고려해야 하고, 이 가운데 핵심요인과의 관계성을 정의하는 객관적인 과정이 필요하다. 델파이기법은 전문가를 대상으로 반복적인 질문을 통해 합의된 내용을 도출하는 기법으로 다양한 전문가들의 의견을 고려할 수 있고 반복적인 환류가 가능한 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 앞서 도출한 핵심요인과 도로교통 분야와의 연계성도 델파이 기법을 이용해 국토, 도시, 교통 관련 전문가 의견을 반복 수렴하였다.

델파이 기법의 성공적인 적용을 위해서는 여러 전문가가 동시에 참여하여 정보의 질과 신뢰성을 제고하고, 익명성과 함께 자유로운 의견 제시가 가능하도록 하여 전문가들의 적극적인 참여를 독려하고 자신의 의견을 명확하게 표명할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 국토와 도로 관련 업무에 참여한 실적과 경험이 있는 전문가를 대상으로, 응답자의 의견 개진이 자유롭게 이루어질 수 있도록 하였고 의견 결과의 취합과 상대방의 의견을 환류시키는 시간을 단축하기 위하여 전자우편을 통한 조사 방식을 이용하였다. 도로 관련 전문가 100인을 대상으로 “국가간선도로 변화 방향”에 대한 1차 설문조사를 시행(6월)하였다.

그림 3-8 | 미래 변화요인 및 핵심과제 도출 과정

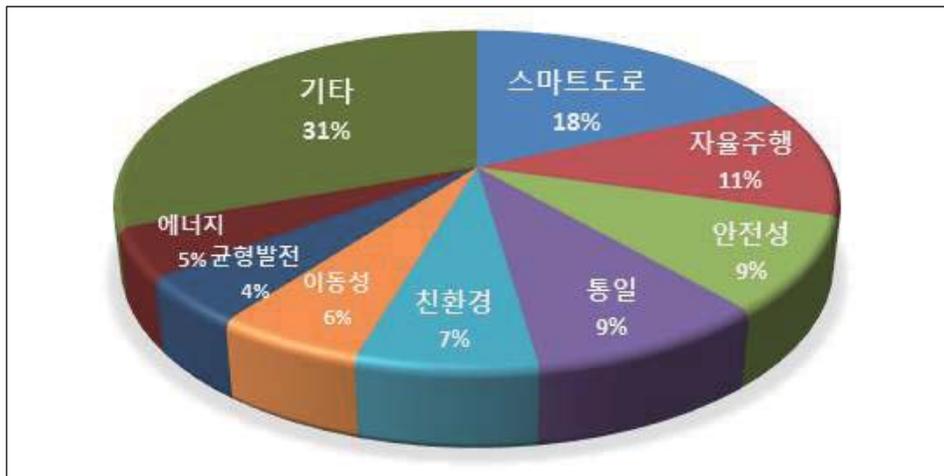


자료: 저자 작성

13) 전문가 자문회의 개최 결과(2018. 5. 31) 미래 변화요인 가운데 핵심요인을 도출하기보다 전문가 조사를 활용하여 미래 변화요인의 키워드와 연계하는 접근 방법 제시

1차 전문가 설문조사에서는 ‘20년 후 국가간선도로의 모습’에 대해 도로 관련 전문가 100인에게 설문조사를 수행하였다. 그 결과 C-ITS, 첨단도로, 충전인프라, 군집주행, 스마트 하이웨이 등 스마트도로와 자율주행에 관련된 핵심요인이 29%로 가장 많은 비율을 차지하였고, 최근 여건을 반영한 통일 관련 이슈(한반도 도로망, 개성연결도로, 통일대비 도로망 등)도 9%를 차지하였다. 또한, 안전성(9%), 친환경(7%), 이동성(6%) 지역균형발전(4%) 등 기존 간선도로와 연관이 있는 요인들도 미래 환경 변화에 중요한 요인으로 조사되었다. 그 외 에너지, 교통약자, 운영 및 유지관리, 경관도로, 입체도로(지하도로, 복층도로 등) 등의 응답이 접수되었다. 단, 응답자의 주관적인 중요도에 의존한 주관식의 서술이기 때문에 대부분의 의견이 기술발전에 관련되어 있었으며, 이용자 관점의 통행행태 변화나 국토공간 이용의 변화 등에 대한 응답은 적어 이에 대한 균형적인 시각을 반영할 추가적인 방법이 필요했다. <그림 3-8>은 각 영향요인이 전체 응답에서 차지하는 비율이며, <표 3-5>는 각 영향요인별로 조사된 세부변화요인이다.

그림 3-9 | 1차 설문조사 결과



자료: 저자 작성

표 3-7 | 1차 설문조사 결과

| 구분 | 조사 결과 |
|-----------|---|
| 스마트도로 | <ul style="list-style-type: none"> · 스마트 도로(자율주행자동차와의 융합), 자율주행 지원 시스템이 완성된 도로 · 자율주행 지원 시스템이 완성된 도로, Smart Roads, Connected Roads · 3I 지향도로 : intelligence road, innovation road, international road · 정보로(路) : 자율협력 주행을 위해 정보 수집 및 제공을 위한 부대 시설 확충을 위한 도로 |
| 자율주행 | <ul style="list-style-type: none"> · 사람과 기계 운전자 모두를 위한 도로, self-driving car와 man-driving car의 공존 대비 · 자율주행 중심 도로, · 운전 부담감소로 인한 고령자 통행 증가 |
| 안전성 | <ul style="list-style-type: none"> · 교통사고 제로, 안전한 도로 |
| 통일 | <ul style="list-style-type: none"> · 남한과 북한을 불편 없이 왕래하기 위해 시설, 표지 등이 표준화(통일성)된 도로 · 초국경 간선 물류체계, 통일 한반도 도로망 |
| 친환경, 에너지 | <ul style="list-style-type: none"> · 에너지 하베스팅 친환경 도로, Green Car · 스스로(路) : 환경문제 해결을 위한 에너지 자립형 도로 · 에너지 생산, 저장 도로(전기 자동차 충전 시스템 등) · 에너지 소비패턴 변화 |
| 균형발전 | <ul style="list-style-type: none"> · 전국 어디서나 10분 이내 도달하여 시속 80 km 이상 달릴 수 있는 도로 · 지방도시 소멸 및 지역균형발전을 고려한 지역간 연결도로 기능 강화 |
| 운영 및 유지관리 | <ul style="list-style-type: none"> · 도로개념 위계 재정립 · 도로의 상부 및 지하공간 복합활용 |

자료: 저자 작성

(3) 도로교통부문의 영향 전망

본 절에서는 앞서 수행한 STEEP 분석과 델파이 조사 결과를 종합하여 미래 영향요인과 도로교통부문 영향을 전망하고 국가간선도로의 기능과 역할 도출하고자 한다. 공통적으로는 자율주행 등을 포함한 도로교통 관련 ‘기술발전’과 ‘친환경’, ‘에너지’이 미래 중요 영향요인으로 선정되었다. 대다수의 기존 연구와 많은 교통 전문가들이 자율주행과 ICT, AI, 초고속교통수단, 공유 모빌리티 등 도로교통과 관련된 기술발전을 언급하였고, 대체에너지의 개발과 기존 에너지의 생산 및 효율화 등 도로교통이 친환경

경 교통수단으로 변화할 것을 전망하였다.

STEEP 분석에서는 인구구조 및 가치의 변화, 경제구조 개편 및 디지털 경제의 부흥 등 사회·경제 분야까지 아우르는 다양한 연구가 검토되었다. 이러한 연구에서는 저출산·고령화, 1인가구 증가, 삶의 질 중시, 공유경제 심화, 도시의 집중 및 쇠퇴에 따른 양극화 등 사회구조의 변화에 대해 많은 이슈가 제기되었고, 또한 글로벌 경제에 따른 산업구조의 변화, 저성장 지속, 디지털 경제의 활성화 등 경제 측면의 변화에 대해서도 다양한 연구가 수행되었다.

반면 델파이 조사에서는 추가적으로 통일, 지방도시 소멸, 균형발전 등 공간적 측면에서의 변화와 첨단도로, 지하도로, 입체도로 등 새로운 차원의 도로에 대한 개념 확장에 대한 의견이 수집되었다. 이로부터 기술발전, 한반도 협력, 안전, 친환경, 에너지, 운영 및 유지관리를 도로교통부문의 미래 영향요인으로 선정하고, 국가간선도로의 기능과 역할, 대응전략을 다음과 같이 도출하였다.

표 3-8 | 미래 환경변화와 도로교통부문 영향 (표 계속)

| 메가트렌드 | 세부 변화 요인 | 도로교통부문 영향 |
|-------------------|--|--|
| 1.인구구조 변화 | 저출산·고령화, 1인 가구 가속화 | · 자율주행 등으로 고령자 통행 증가 |
| 2.가치변화 | 개인 삶의 질 중시, 소비욕구 다양화 | |
| | 다문화 가구 증가 | |
| | 공유경제 심화 | · 도심을 중심으로 공유시스템 적용 및 확산 |
| 3.도시양극화 (집중 및 쇠퇴) | 메가시티 확대 | · 지방도시 소멸 및 지역균형발전을 고려한 지역간 연결도로 기능 강화 |
| | 비 대도시권 쇠퇴 및 노후화 | |
| 4.기술 변혁의 가속 | 자동화, 무인화(자율주행, 로봇기술 등) | · 자율주행 지원 시스템이 완성된 도로 · 이동성 중심의 장거리, 고속통행 증가 |
| | AI / IoT / 나노 / AR / 클라우드 / 블록체인 등 기술 발전 | · 3I 지향도로 : intelligence road, innovation road, international road |
| | 초연결사회 도래 | · 도로의 상부 및 지하공간 복합활용 |
| 5.경제 글로벌화 | 글로벌 경제 협력 확대 및 통합 | · 초국경 간선 물류체계 |
| 6.산업구조변화 | 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 | · 균형발전 |
| 7.저성장사회 | 경제 역동성 약화 | |

| 메가트렌드 | 세부 변화 요인 | 도로교통부문 영향 |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 8. 디지털경제 | 전자상거래, 스마트워크, 화상회의, P2P 등 | · 재택근무, 1인가구 증가 등 수요변화 |
| 9. 기후변화 심화 및 환경 중요성 증대 | 에너지 저소비형 개발 확대 | · 에너지 소비패턴 변화 |
| | 친환경 기술 개발 가속 | · 에너지 하베스팅 친환경 도로, Green Car |
| | 재난 및 재해 증대 | · 교통사고 제로, 안전한 도로 |
| 10. 에너지위기 및 자원중시 | 에너지 부족 및 가격, 대체에너지 개발 | · 에너지 생산, 저장 도로 · 에너지 자립형 도로 |
| 11. 안보 및 거버넌스 환경변화 | 남북한 협력 증진, 안보 및 보안위협 증대 | · 초국경 간선 물류체계, 통일 한반도 도로망 |
| | 국제사회 다극화 | • 국가간 통행 증가로 통일 한반도 도로망 요구 |
| | 글로벌 거버넌스 형성 | |

자료: 저자 작성

이렇게 STEEP 분석을 통해 도출된 11개 메가트렌드, 27개 세부 변화요인과 1차 전문가 설문조사를 통해 도출된 7개 주요 영향요인 및 세부 변화요인을 국가간선도로의 수요 및 기능과 연관성이 높은 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인을 본 연구의 미래 변화요인으로 선정하였다.

메가트렌드 중 「인구구조 변화」에 대해선 고령화에 대한 의견이 공통적으로 나왔으며, 「가치변화」와 「도시양극화」에 대해서는 STEEP 분석 결과를 수용하였다. 다만 ‘다문화 가구 증가’ 요인은 국가간선도로에 미치는 영향이 작은 것으로 판단되어 제외하였다. 「기술 변혁의 가속」에 대해서는 전문가 설문조사에서 자율주행 차량, 도로, 기술에 관련된 다양한 의견이 나왔으며 이를 ‘자율주행 차량 상용화’ 요인에 통합하였다. 「경제 글로벌화», 「산업구조 변화», 「저성장사회」는 국가간선도로에 미치는 영향의 방향이 유사한 것으로 판단되어 하나의 메가트렌드로 통합하였다. 동일한 측면에서 「기후변화 심화 및 환경 중요성 증대」와 「에너지위기 및 자원중시」도 하나의 메가트렌드로 통합하였다. 이 과정에서 에너지의 생산, 저장, 소비 등에 대한 기술발전 요인들도 ‘에너지 생산, 저장 도로 등 친환경도로 개발’ 요인으로 통합하였다. 「안보 및 거버넌스 환경변화」는 국가간선도로에 미치는 영향이 클 것으로 예상되나, 미래 변동성이

심하고 본 연구의 목적과 맞지 않다고 판단되어 제외하였다. 「도로운영 및 유지관리」는 ‘공유시스템’, ‘도로 상하부 공간 복합 활용’ 등 기존 메가트렌드들과 중복되는 요인들이 많아서 제외하고 타 요인과 통합하였다. 이렇게 선정된 미래 도로부문 메가트렌드와 세부 변화요인은 다음 표와 같다.

표 3-9 | 재선정한 미래 도로부문 메가트렌드와 세부 변화요인

| 메가트렌드 | 세부 변화요인 | | |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1. 인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | · 1인 가구 가속화 | |
| 2. 가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | · 소비욕구 다양화 | · 공유경제 심화 |
| 3. 도시 양극화 | · 메가시티 확대 | · 비 대도시권 쇠퇴 | |
| 4. 기술 변혁의 가속 | · 자율주행차량 상용화 · 도심부 지하도로 건설 | · 초고속수단 도입 | · 디지털화, 초연결사회 도래 |
| 5. 경제 글로벌화 및 산업구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 · 산업/지역/직종간 양극화 | · 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 |
| 6. 환경 중요성 및 에너지 위기 | · 에너지 생산, 저장 도로 등 친환경도로 개발 | · 재난 및 재해 증대 | · 에너지 부족 및 가격상승으로 에너지 소비패턴 변화 |

자료: 저자 작성



CHAPTER 4

국가간선도로 미래상 전망

- 1. 미래 환경변화에 대응한 국가간선도로의 핵심과제 | 69
- 2. 핵심과제를 고려한 시나리오 설정 | 81
- 3. 국가간선도로 미래상 | 102

국가간선도로 미래상 전망

국가간선도로 미래상의 개념을 정립하였고 제3장에서 설정한 메가트렌드와 세부 변화요인 가운데 국가간선도로 핵심과제에 대한 영향정도를 전문가 설문조사(2차, 3차)를 통해 산출하고, 이에 대한 영향 정도를 시나리오별로 제시하였다.

1. 미래 환경변화에 대응한 국가간선도로의 핵심과제

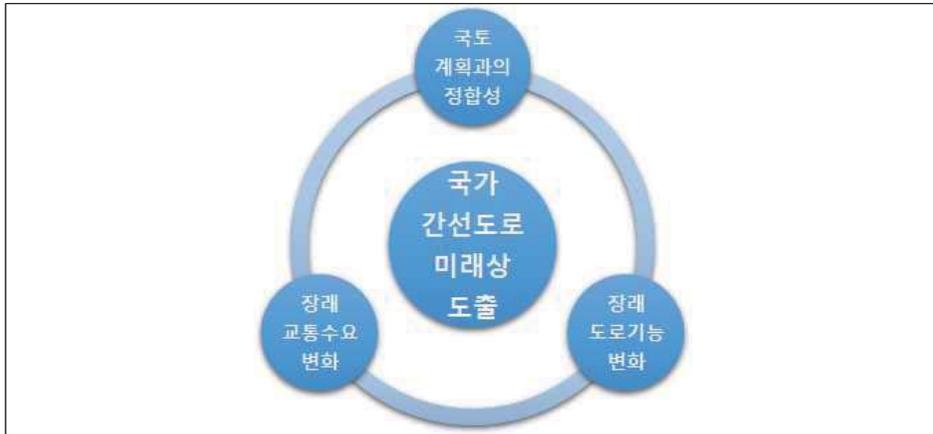
1) 국가간선도로 미래상 개념

본 연구에서 설정한 ‘미래상’ 개념을 정립하기 위해 도로관련 전문가, 관계 공무원 등과 자문회의 등을 통해 의견을 수렴하였다. 미래상(未來像)의 사전적 의미는 ‘앞으로 이루어질 어떤 모습’을 말하며 비전 측면에서는 내다보이는 미래의 상황을 의미한다. (네이버 국어사전)

전국간선도로망(7×9)계획에서 출발하여 고속국도와 일반국도를 포괄하는 국가간선도로에 대해 앞으로의 모습을 예상하고자 ‘국가간선도로 미래상’을 다음과 같은 개념으로 정립하였다. 국토 공간구조 변화를 전제로 하여 국가간선도로를 수요와 기능 측면에서 예상되는 국가의 역할 변화를 고려한 정책방향을 구체적으로 제시하는 것으로 설정하였다.

국가간선도로의 미래상이란 미래 환경변화 가운데 도로교통부문 관련 변화를 고려하여 대응 가능한 도로정책의 발전방향을 제시하는 것임

그림 4-1 | 국가간선도로 미래상 도출 개념



자료: 저자 작성

2) 기본방향

지금까지 살펴본 국토공간구조의 변화 전망과 미래 환경변화 등을 고려하여 목표연도 2040년 국가간선도로의 변화 방향을 설정할 필요가 있다. 국가간선도로계획은 국토공간구조 변화 등 국토계획과의 정합성을 유지하기 위한 방향 설정이 필요하며, 미래 환경변화에서 예상되는 장래 교통수요변화를 예측하기 위한 방법론 정립이 필요하다고 판단하였다.

이를 위하여 앞서 1차 전문가 설문조사와 STEEP 분석을 통해 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인을 도출하였다. 이러한 미래 변화요인들은 국가간선도로에 다양한 영향을 끼칠 것으로 예상되며 그 방향과 형태 또한 다를 것으로 판단된다. 특히 그 중에서도 계획을 수립함에 있어서 가장 필요한 예측은 장래 도로소요와 필요 신규노선, 적정 투자규모 일 것이다. 이러한 측면에서 2개의 핵심과제를 도출하였다.

- ① 도로교통수요가 계속 증가할 것인가?
- ② 국가간선도로의 기능은 어떻게 바뀔 것인가.

(1) 과제 1 : 도로교통수요가 계속 증가할 것인가? (수요의 변화)

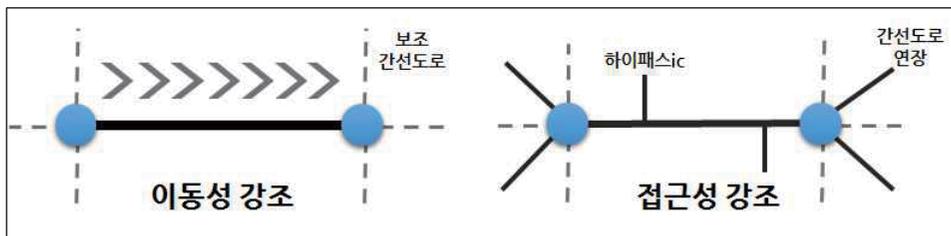
급격한 기술의 변화와 사회경제적인 변화를 고려할 때 기존과는 차별화된 차량보유 대수와 평균 차량주행거리 등의 전망이 필요하다고 판단하였다. 예를 들면 ‘공유경제’ 개념의 도입시 지금과 같은 방법의 차량보유대수 예측이 가능한가? 등과 같이 환경변화가 차량보유대수는 물론 총차량주행거리, 평균 차량주행거리 등에 영향을 미치는지의 여부를 판단하기 위해 수요의 변화를 핵심과제로 설정할 수 있다.

(2) 과제 2 : 국가간선도로의 기능은 어떻게 변화할 것인가? (기능의 변화)

전문가 설문조사 등을 고려할 때 국토공간변화에 따라 간선도로의 권역 및 지역간 ‘이동성’ 중심에서 주요 시설을 연결하는 ‘접근성’ 중심으로 변화가 가능할 것으로 판단하였다.

이동성 및 접근성과 함께 국가간선도로의 영향범위가 권역간에서 지역간, 지역내 시·군·구간(last mile service 개념) 등 장소성에 대한 중요도가 증가할 것으로 예상되었다. 따라서 국가간선도로의 간선기능이 미치는 영향 범위(권역, 지역, 도시 등)에 따라 기능이 변화하는 점을 고려하여 ‘기능의 변화’를 핵심과제로 선정하였다.

그림 4-2 | 도로의 이동성과 접근성 개념도



자료: 저자 작성

3) 국가간선도로의 기능과 역할

(1) 도로 기능구분의 개념

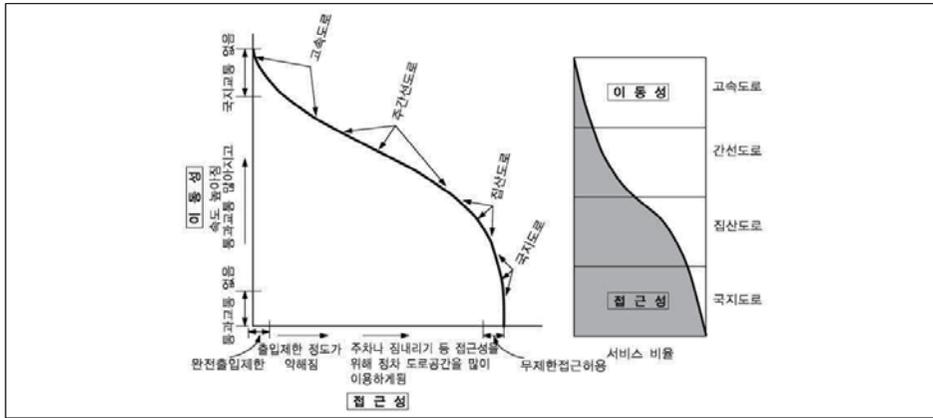
도로는 통행의 시점과 종점을 연결해 주는 통행로로 그 과정에서 발생하는 특성을 고려하여 ① 이동단계, ② 변환단계, ③ 분산단계, ④ 집합단계, ⑤ 접근단계, ⑥ 시점 또는 종점 등 총 6개의 단계로 구분하고 있다. 도로의 기능은 도로마다 6개 통행단계 가운데 한 개 통행단계로 정의하는 것이 이상적이나, 통상적으로 이동성과 접근성으로 구분하여 정의하고 있다. 도로의 이동성과 접근성을 기준으로 기능을 구분할 때 이동성이 높은 도로가 도로 기능이 높은 도로가 된다. 이동성은 통행의 시점과 종점을 얼마나 빠르게 통행하는가라는 의미에서 통행속도와 관련성이 높다. 접근성은 주거단지나 도심업무단지와 같은 대규모 교통유발지역에 얼마나 가까이 위치하는가라는 의미에서 통행단계와 관련성이 높은 것으로 판단된다.

(2) 도로법상의 국가간선도로의 기능과 역할

도로법 제2조에서 정의한 고속국도와 일반국도의 지정기준으로 기능과 역할을 설명할 수 있다. 먼저 고속국도는 도로교통망의 중요한 축을 이루며 주요 도시를 연결하는 도로라고 정의하고 있으며, 일반국도는 주요도시, 지정항만, 주요 공항, 국가산업단지 또는 관광지 등을 연결하여 고속국도와 함께 국가간선도로망을 이루는 도로라고 정의하고 있다.

즉, 국가간선도로는 주요도시, 지정항만, 주요 공항 등 주요 교통유발시설 등을 연결하여 도로교통망의 중요한 축을 형성함을 의미한다. 이처럼 도로법상에서는 국가간선도로의 기능을 이동성과 함께 접근성에 대한 개념도 일부 포함하여 정의하고 있다.

그림 4-3 | 도로 기능에 따른 도로 구분도



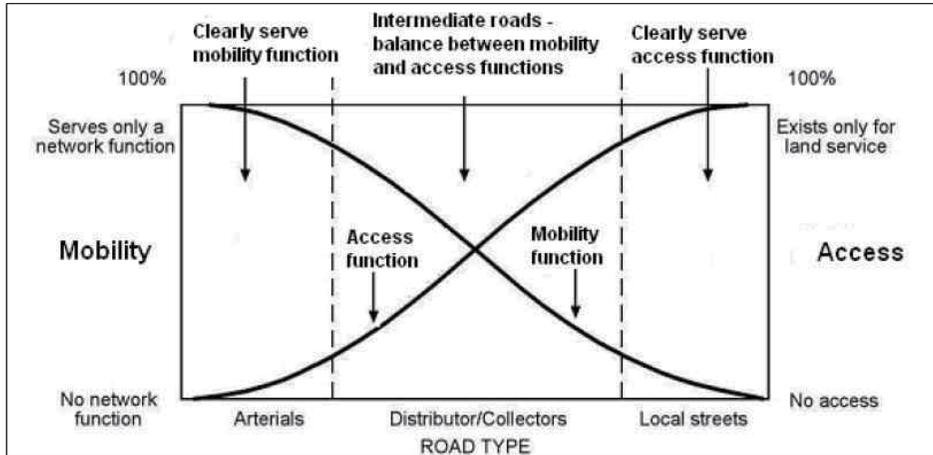
자료: 국토교통부, 2013. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설, p.53

(3) 미래 환경변화에 대한 국가간선도로의 기능과 역할 전망

지금까지 도로부문은 국토 공간변화나 기술의 발전에 대응하기 위한 준비는 미흡한 실정이다. 지금까지 국토계획 등 관련 상위계획에서 수립한 다양한 개발계획을 지원하는 도로 사업을 우선 추진하였으나 개별 단위 사업 중심으로 대응하여 왔다. 따라서 ‘미래 환경변화’를 고려할 때 장래 도로교통수요가 증가할 것인지, 도로의 기능이 변화할 것인지에 대한 고민이 필요하다. 특히, 자율주행, AI, 고령화, 메가시티, 초국경, 통일, 에너지 문제 등 미래 환경변화를 토대로 도로부문에서 대응해야 할 과제가 무엇인지에 대한 구체적인 논의도 필요하다.

이동성과 접근성으로 구분되는 기존의 전통적인 도로의 기능이 장래에서 계속 될 것인가에 대한 물음에 대해 Austroad(2017)는 네트워크 운영 측면에서 100%의 이동 기능과 100%의 접근기능만으로 분류하기 보다는 이동과 접근이 통합된 새로운 접근방법의 필요성을 제기하고 있다. 도로인프라가 제공하는 서비스가 전통적인 패러다임을 넘어 다양한 교통수단과 이용자의 요구사항에 부응하기 위한 새로운 운영시스템 측면에서 접근이 필요함을 의미한다.

그림 4-4 | 도로의 유형과 기능



자료: Austroad, 2017, Assessment of Key Road Operator Actions to Support Automated Vehicles p.18

예를 들면 자율주행차량의 기술 발전단계 중 2~3단계는 고속도로 등의 연속류에 적용할 수 있는 기술이며, 4단계 이후가 되어서야 빈번한 돌발상황과 단속류 환경을 처리하여 도시 내 주행이 가능할 것으로 전망하고 있다¹⁾. 많은 자동차 제조사들이 2~3단계의 자율주행에 대한 상용화 시점을 2020년 전후로 전망하고 있으므로²⁾, 자율주행 자동차가 주행하며 장거리 이동(mobility)에 대한 자율주행의 효용을 극대화할 수 있는 간선망에 대한 정의가 필요할 것이다.

간선도로는 현재 법적으로 고속도로와 국도를 아우르고 있으나, 국도의 경우 시내구간 및 단속류 구간이 상당 부분 포함되어 있어 기술발전에 따라 ‘자율주행 전용도로’ 등 새로운 개념의 분류체계가 필요할 것이다. 따라서, 국가간선도로의 기능 구분을 통해 접근성 강화가 필요한 간선도로에 대해 접근 기능을 제고하는 등의 정책이 요구된다.

1) Society of Automotive Engineering. 2018. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles

2) Walker J. (2018) The Self-Driving Car Timeline - Predictions from the Top 11 Global Automakers. <https://www.techemergence.com/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/> (2018년 11월 20일 검색).

4) 미래 변화요인 영향 검토

(1) 분석 개요

장래 사회변화에 따라 도로교통에 미치는 영향은 다양한 견해가 존재한다. 장래 인구 감소에 따른 통행량 감소나 하이퍼루프 등 초고속 교통수단 도입에 따른 장거리 자동차통행 감소 등 대부분 의견이 일치하는 요인들도 있으나, 의견이 엇갈리는 요인들도 다수 존재한다. 카셰어링의 경우, 차량 구입이라는 진입장벽이 사라지게 되어 자동차통행이 증가한다는 전망이 있으며, 자동차등록대수의 감소와 함께 통행량도 감소할 것이라는 전망도 존재한다.

본 연구에서는 이러한 다양한 요인들의 복합적인 영향을 고려하기 위하여 전문가 설문조사를 수행하였다. 기존 1차 전문가 설문조사에 응답을 한 도로관련 전문가를 대상으로 이루어졌으며, 앞서 선정한 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인이 2개 핵심과제에 미치는 영향의 방향과 정도를 분석하였다.

표 4-1 | 2, 3차 전문가 설문조사 개요

| 구분 | 2차 전문가 설문조사 | 3차 전문가 설문조사 |
|-------|-----------------------|-----------------------------------|
| 조사 대상 | 1차 조사 응답대상자 29인 | 2차 조사 응답대상자 20인 |
| 조사 기간 | 2018년 9월 21일 ~ 10월 5일 | 2018년 11월 12일 ~ 11월 20일 |
| 조사 방법 | 전자우편을 통한 조사 | 전자우편을 통한 조사 |
| 조사 내용 | 세부 변화요인 별 수요/기능 변화 정도 | 2차 조사결과 검증, 국가간선도로 미래상 문제점 및 정책방향 |

자료: 저자 작성

(2) 분석 결과

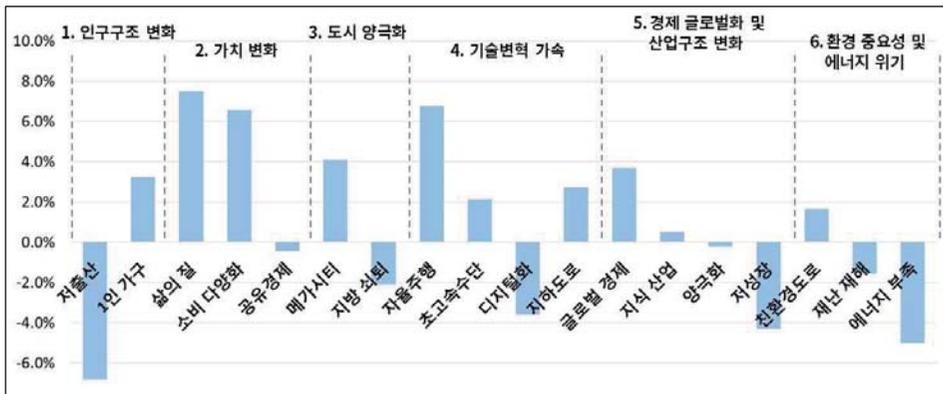
평균적으로 도로교통 수요는 5.1%가 증가할 것으로 전망되었으며, 간선도로의 기능은 접근성의 중요성도 일부 증가하지만 여전히 이동성이 중요할 것으로 전망되었다. KTDB에서는 2020년 이후 통행수요가 감소할 것으로 전망³⁾되어, 전문가들과 견해가

엇갈린다.

2차 설문조사에 응답한 20인의 전문가 중 18인이 통행수요가 전반적으로 증가할 것으로 전망했으며 도로의 기능성은 대다수가 여전히 이동성이 중요할 것으로 전망하였다.

메가트렌드 별로는 「가치변화」가 도로교통 수요에 가장 큰 영향을 미쳤으며, ‘1인 가구 가속화(+)
↔ 저출산·고령화(-)’, ‘메가시티 확대(+)
↔ 비 대도시권 쇠퇴(-)’, ‘글로벌 경제 협력(+)
↔ 경제 역동성 약화(-)’와 같이 같은 메가트렌드 안에서도 요인별로 다른 영향을 미치는 경우도 나타났다. 인구구조의 변화에 따라 통행수요는 가구형태와 연령 별로 영향이 다를 것으로 예상된다. 개인의 삶의 질이 중시되고 소비욕구가 다양화되며 이로 인한 개인활동이 늘어나고 이동성이 강조될 것으로 전망된다. 도시 양극화에 따라 대도시권 수요가 증가하며 특히 도시권 이동성은 계속 중요한 가치를 지닐 것으로 전문가들은 예측하였다. 기술변혁에 따라 운전의 진입장벽이 낮아지며 통행수요가 증가하고, 산업구조 변화에 따른 영향은 다소 적으나 저성장 사회로 인한 수요 감소가 우려된다. 에너지 부족 및 가격 상승 등 에너지 위기로 통행수요 감소가 예상되며, 이에 따른 친환경도로의 필요성이 늘어날 것으로 전망하였다.

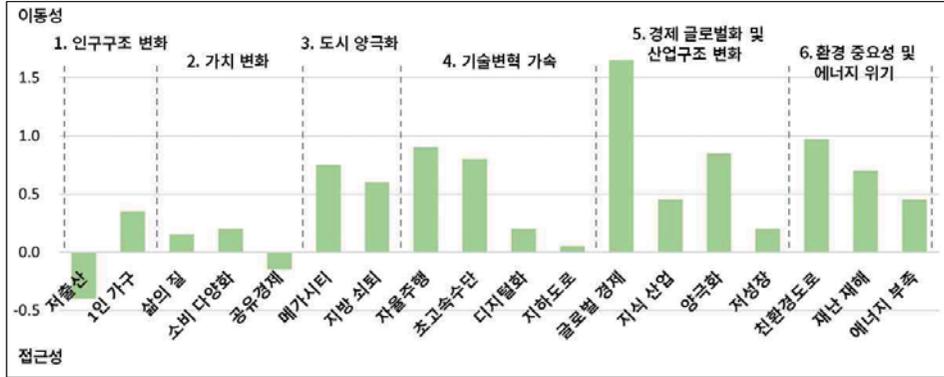
그림 4-5 | 전문가 설문조사 결과 - 도로교통 수요 변화



자료: 저자 작성

3) KTDB 장래 일일여객수요: 8,024만통행('20)→ 7,987만통행('30)→ 7,639만통행('40)

그림 4-6 | 전문가 설문조사 결과 - 도로 기능 변화



자료: 저자 작성

표 4-2 | 전문가 설문조사 결과 요약

| 메가트렌드 | 세부 변화요인 | 도로교통 수요 변화 | | 기능 변화 |
|----------------------|-----------------------|------------|-------|-------|
| | | 방향 | 변화율 | |
| 1. 인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | 감소 | -6.8% | 접근성 |
| | · 1인 가구 가속화 | 증가 | 3.2% | 이동성 |
| 2. 가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | 증가 | 7.5% | 이동성 |
| | · 소비욕구 다양화 | 증가 | 6.6% | 이동성 |
| | · 공유경제 심화 | 증가 | -0.4% | 접근성 |
| 3. 도시 양극화 | · 메가시티 확대 | 증가 | 4.1% | 이동성 |
| | · 비 대도시권 쇠퇴 | 감소 | -2.1% | 이동성 |
| 4. 기술 변혁의 가속 | · 자율주행 차량 상용화 | 증가 | 6.8% | 이동성 |
| | · 초고속수단 도입 | 증가 | 2.1% | 이동성 |
| | · 디지털화, 초연결사회 도래 | 감소 | -3.6% | 이동성 |
| | · 도로의 상부 및 지하공간 복합 활용 | 증가 | 2.7% | 이동성 |
| 5. 경제 글로벌화 및 산업 구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 | 증가 | 3.7% | 이동성 |
| | · 지식서비스 산업 중심 경제구조 개편 | 보통 | 0.5% | 이동성 |
| | · 산업/지역/직종간 양극화 | 보통 | -0.2% | 이동성 |
| | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 | 감소 | -4.3% | 이동성 |
| 6. 환경 중요성 및 에너지 위기 | · 에너지 생산, 저장 등 친환경도로 | 보통 | 1.6% | 이동성 |
| | · 재난 및 재해 증대 | 보통 | -1.6% | 이동성 |
| | · 에너지 부족 및 가격상승 | 감소 | -5.0% | 이동성 |
| 평균 | | 증가 | 5.1% | 이동성 |

자료: 저자 작성

(3) 기존 국내 교통수요 예측연구와의 비교분석

기존 국내에서 수행된 교통수요 예측연구와의 비교를 통해 2차 델파이조사를 통해 산정된 교통수요의 전망치의 변화정도를 살펴보았다. 먼저 통행거리 측면에서 우리나라의 도로 총주행거리의 최근 10년간 매년 평균 2.86%가 증가하였다.

표 4-3 | 최근 10년간 주행거리 변화 추이 (2008~2017)

| 구분 | 2008 | 2010 | 2012 | 2014 | 2017 | 연평균증가율 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 총주행거리(천대·km) | 368,383 | 393,318 | 396,761 | 418,891 | 474,674 | 2.86% |

자료: 국토교통부, 각년도. 도로업무편람 내용을 저자가 재구성

한국교통연구원 국가교통DB센터에서 배포하는 여객O/D(2018년 배포판)에서는 2040년의 여객통행량을 일평균 약 7,639만통행으로 추정하여 2017년 7,769만통행 대비 1.7%가 감소할 것으로 전망하였다.

표 4-4 | KTDB 전국 지역간 주수단통행량

(단위: 천통행/일)

| 구분 | 승용차 | 버스 | 합계 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 2017년 ¹⁾ | 58,535 | 19,159 | 77,694 |
| 2020년 | 60,661 | 19,583 | 80,244 |
| 2030년 | 60,837 | 19,032 | 79,869 |
| 2040년 | 58,252 | 18,138 | 76,390 |

1) 2017년 수치는 2016년과 2020년 수치를 보간법을 이용하여 산출.

자료: 국가교통데이터베이스센터(KTDB). 2018. 교통수요 분석 기초자료 배포 설명자료. p.7

김주영 외(2016)은 ‘미래 교통수요의 변화 예측’ 연구에서 FTD 2050 Model을 활용하여 2040년의 총통행거리를 15억 7,727만인·km로 추정하여 2017년 16억 104만 인·km 대비 1.5%가 감소할 것으로 전망하였다. 인구구조, 신교통수단, 국토공간구조, 차량운영비, 통행환경, 차량 이용환경 등 6가지 환경변화 요인을 적용하여 여객

수요를 예측하였다. 승용차통행거리가 10.5% 감소한 반면 버스와 철도통행거리는 16.6%가 증가하여, 총도로교통수단의 통행거리(승용차+버스)는 2017년 대비 3.5%가 감소할 것으로 전망하였다.

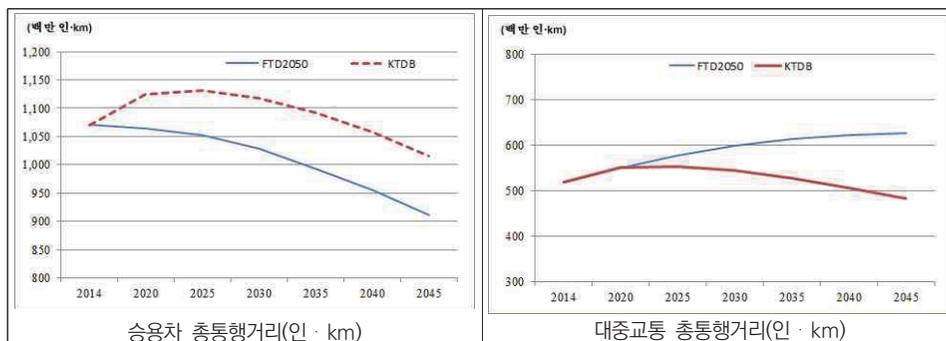
표 4-5 | 미래 총통행거리 예측 결과

(단위: 만인·km)

| 구분 | 총통행거리 | 도로교통 | | | 철도 |
|---------------------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | | 합계 | 승용차 | 버스 | |
| 2017년 ¹⁾ | 160,104 | 144,097 | 106,747 | 37,350 | 16,007 |
| 2020년 | 161,298 | 144,830 | 106,404 | 38,426 | 16,468 |
| 2030년 | 162,795 | 144,826 | 102,901 | 41,926 | 17,968 |
| 2040년 | 157,727 | 139,068 | 95,529 | 43,538 | 18,659 |

1) 2017년 수치는 2014년과 2020년 수치를 보간법을 이용하여 산출.
 자료: 김주영 외. 2016. 미래 교통수요의 변화 예측. p.155

그림 4-7 | FTD 2050 Model과 KTDB의 비교



자료: 김주영 외. 2016. 미래 교통수요의 변화 예측. p.156

본 연구와 요인별로 비교해보면 총량적인 차이는 있으나, 변화요인들이 수요에 끼치는 영향의 방향성은 유사한 것으로 나타난다. 도로교통수요에 부정적인 영향을 끼치는 요인으로 인구감소, 고령화, 지방 쇠퇴, 전자상거래, 유류가격인상 등이 두 연구에서 유사하게 선정되었다. 긍정적인 영향을 끼치는 요인으로는 1인가구 증가, 삶의 질 중시, 자율주행차량 도입, 에너지 관련 기술 개발 등이 두 연구에서 유사하게 선정되었다.

도시인구집중, 초고속수단 도입, 공유시스템 확산은 두 연구의 견해가 엇갈린다.

다만 김주영 외(2016)에서는 도로교통수요에 많은 긍정적 영향을 끼칠 것으로 전망되는 소비욕구 다양화, 글로벌 경제협력, 도로 상하부공간 복합활용 등 다양한 요인들을 고려하지 않았으며 수단 구분방식에도 차이가 있어 직접적인 비교보다는 그 경향이 유사한 것에 시사점이 있다.

표 4-6 | 미래 변화요인 비교

| 미래 교통수요의 변화 예측 | | | 2040 국가간선도로의 미래상 연구 | | |
|----------------|----------------------------|--------|-----------------------------------|--------------|-------|
| 변화요인 | 교통수요 변화율 (인·km, 50년 기준) | | 변화요인 | 도로교통수요 변화율 | |
| | 승용차 | 대중교통 | | 통행빈도 | 통행거리 |
| · 인구감소 | -7.0% | | · 저출산·고령화 | -6.4% | -6.2% |
| · 고령화 | -5.11% | 3.40% | | · 1인 가구 가속화 | 4.1% |
| · 1인가구 | 2.55% | -3.52% | · 개인 삶의 질 중시 | | 9.4% |
| · 삶의질 변화 | 0.51% | | | · 소비욕구 다양화 | 8.6% |
| · 도시인구집중, 지방쇠퇴 | -5.55% | 7.68% | · 공유경제 심화 ¹⁾ | | -0.4% |
| | | | · 메가시티 확대 | 3.5% | 3.9% |
| · 자율주행차량 | 1.44% | -2.00% | · 비 대도시권 쇠퇴 | -3.4% | -1.9% |
| · 초고속열차 | -2.34% | 3.24% | · 자율주행 차량 상용화 | 9.1% | 8.7% |
| · 전자상거래 | -0.02% | | · 초고속수단 도입 | 3.9% | 6.6% |
| | | | · 디지털화, 초연결사회 도래 | -5.7% | -4.6% |
| | | | · 도로 상부 및 지하공간 복합활용 | 4.2% | 2.6% |
| | | | · 글로벌 경제협력 확대/통합 | 5.1% | 7.2% |
| | | | · 지식서비스 산업 중심 경제구조 개편 | 0.6% | 0.4% |
| | | | · 산업/지역/직종간 양극화 | -0.6% | 0.6% |
| | | | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 | -4.8% | -4.9% |
| · GDP 성장 | 0.31% | | · 에너지 생산, 저장 등 친환경도로 | 3.7% | 3.4% |
| · 연비기술향상 | 3.62% | -5.00% | | · 재난 및 재해 증대 | -0.8% |
| · 유류가격인상 | -3.14% | 4.35% | · 에너지 소비패턴 변화 | -5.1% | -6.1% |
| · 카셰어링 증가 | -5.35% | 7.40% | · 도심을 중심으로 공유시스템 확산 ²⁾ | 0.5% | 1.4% |
| 평균 변화율 | -10.1% | 26.6% | 평균 변화율 | 2.3% | 2.8% |
| | 2.9% | | | | |

1) 사회 전반적으로 공유경제가 보편화됨에 따른 소비와 소유에 대한 개념과 인식 변화 등을 의미

2) 카셰어링 등의 차량 공유시스템에 한정

자료: 저자 작성

2. 핵심과제를 고려한 시나리오 설정

1) 주요 연구방법

최종 핵심요인의 변화 양상에 따른 미래 시나리오를 도출하기 위해 국토공간구조 변화 영향, 타 교통부문의 변화 영향, 기술 변화 영향 등을 고려한 도로교통부문의 변화를 전망하였다.

미래예측방법은 정성적 기법과 계량적 기법으로 크게 구분할 수 있다. 정성적 기법은 개인의 주관이나 판단, 여러 사람의 의견에 입각하여 예측하는 방법을 의미하며, 계량적 기법은 사용하는 데이터에 따라 시계열분석과 인과형 모형으로 구분되며 과거의 수요 패턴을 미래에 투영하는 방법이 시계열분석방법이 대표적인 방법으로, 관련 있는 변수들 간의 인과관계를 분석하여 미래를 예측하는 방법이 이에 해당된다.

시나리오 기법이란 예측 가능한 변화 요인(변인)을 미래에 발생할 것으로 예상한 결과를 도출하고, 그에 따른 효과와 문제점에 대하여 목표에 부합하는 시나리오를 선정하는 기법(국토연구원, 2009)으로 총괄적인 전략이나 부문의 정책 방향 설정에 주로 활용되고 있다. 미국 교통부(2045 교통전략)는 과거 교통수요의 추이를 바탕으로 기존 교통 네트워크에 미치는 영향을 파악하였고, 미래 국토발전 장기전망(이용우 외, 2014)에서는 국토 공간구조 개편 유형에 따라 지역의 인구, 토지이용, 지역 간 관계 등을 예측하였다.

표 4-7 | 미래예측 방법론 구분

| 구분 | 주요 방법 | |
|--------|--|--|
| 정성적 기법 | · 개인의 주관이나 판단, 의견 등을 고려하여 예측 · 자료부족, 신뢰 미흡한 경우 유용, 델파이 시장조사, 패널, 역사적 유추 등 | |
| 계량적 기법 | 시계열분석 | · 과거의 역사적 수요에 입각하여 미래 수요예측 · 과거의 수요패턴을 미래에 투영, 주로 단기 및 중기예측에 사용, · 이동평균, 추세분석, 시계열 분해법 등 |
| | 인과형 모형 | · 관련있는 변수들간의 인과관계를 분석하여 미래 예측 · 주로 중장기예측에 사용 · 회귀분석, 계량경제모형, 투입산출 모형, 시뮬레이션 등 |

자료: 조순숙, 한국국토정보공사 국토정보교육원. 시스템 다이내믹스 이해와 활용 강의자료 p.15

표 4-8 | 미래예측 방법론 비교

| 구분 | 용도 | 장점 | 단점 |
|--------------|--|--|---|
| 양적 추세분석 | <ul style="list-style-type: none"> 인구경제기술예측 신뢰가능 자료 장기 축적 다른 방법과 병행 필요 | <ul style="list-style-type: none"> 객관성 및 논리성 전달 용이 저비용으로 경제성 | <ul style="list-style-type: none"> 분석 결과의 비중립성 고립되고 편향된 분석 |
| 질적 추세분석 | <ul style="list-style-type: none"> 모든 분야의 메가 트렌드 사회·정치제도 부문 변화와 변화 영역에 주력 | <ul style="list-style-type: none"> 조기경보 수단 기회와 위협 제시 시나리오의 시발점 전체적 구도와 영감 | <ul style="list-style-type: none"> 개인적인 주관에 의존 장단기 추세 판별에 어려움 과도한 일반성 가능 |
| 시스템 다이나믹스 | <ul style="list-style-type: none"> 모든 분야의 메가 트렌드 시간과 공간의 영향정도 파악 | <ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 시뮬레이션 결과 정책효과 분석 행태변화 원인 규명 가능 | <ul style="list-style-type: none"> 모델화 과정이 어려움 축적된 데이터 요구 |
| 시나리오 기법 | <ul style="list-style-type: none"> 불안정한 체계·환경변화 미래 불확실성이 클 경우 근본 변화를 추진할 경우 | <ul style="list-style-type: none"> 대안적 미래 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 결정권자 선택 가능 다양한 용도 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 토론근거, 문제공유 | <ul style="list-style-type: none"> 결정 및 실행의 어려움 계량화 필요 예산과 연계 미약 |

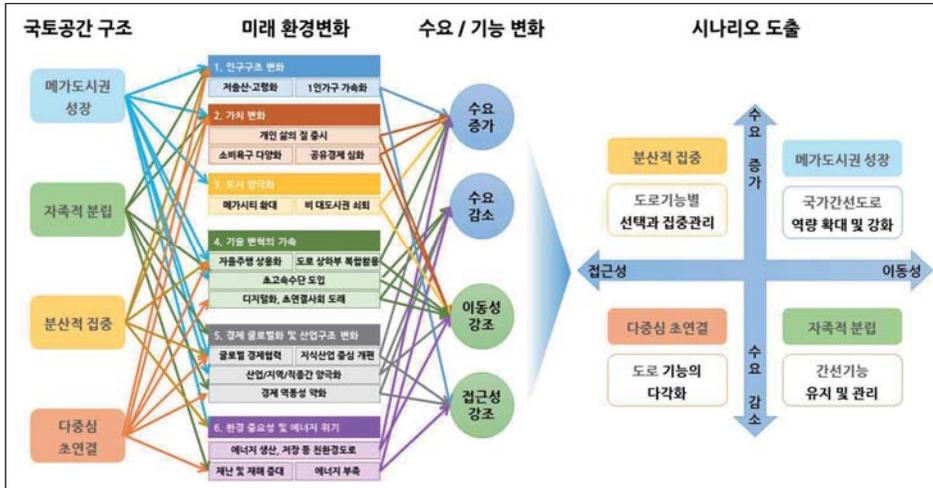
자료: 조윤숙, 한국국토정보공사 국토정보교육원, 시스템 다이나믹스 이해와 활용 강의자료 p.19 자료를 재작성

2) 국가간선도로 미래상 시나리오

제2장에서 검토한 바와 같이 지금까지 국토계획 등의 국토공간구조 변화를 지원하고 선도하는 역할을 수행한 국가간선도로가 미래 국토공간구조의 변화 시나리오와의 연계 측면에서 국가간선도로 미래상 시나리오를 설정하였다. 미래 국가간선도로의 변화를 전망하기 위해 지금까지 살펴본 국가간선도로의 과제인 국토공간변화에 대응 가능하며, 핵심과제인 수요의 변화와 기능의 변화 측면에서 시나리오를 검토하였다.

<그림 4-8>과 같이 국토공간구조 변화에 대응하기 위해 기존 연구에서 제시한 국토공간구조 변화 시나리오인 메가도시권 성장, 자족적 분립, 분산적 집중, 다중심 초연계 시나리오 등 4개의 시나리오를 활용하였으며, STEEP 분석 및 전문가 조사를 통해 도출된 미래 환경변화 전망과 함께 교통수요 변화와 도로기능 변화에 따른 국가간선도로 미래상 시나리오를 도출하였다. 시나리오별로 전문가 의견을 반영하여 국가 간선도로의 예상문제점을 제시하고, 그에 따른 국가의 역할을 검토하여 제시하였다.

그림 4-8 | 국가간선도로 미래상 시나리오 도출 흐름도



자료: 저자 작성

(1) 시나리오 1 : 국가의 역할 강화 집중

□ 국토공간변화 특징

메가도시권 성장 시나리오에 해당되며, 고속철도, 하이퍼루프 등 초고속 교통수단으로 이동성이 제고되고, 대도시권 성장을 가속화 하여 수도권외의 영향이 천안, 세종, 대전 등 충청권과 함께 춘천, 원주 등 강원권을 통합하는 수충강지역으로 확대될 것이다. 부산과 울산을 포함하는 경남지역은 대구까지 확대되어 부울경대가 대도시권을 형성하며 2개의 메가도시권이 아령형의 이극(二極) 국토공간구조를 형성할 것으로 전망하였다.

□ 교통수요변화

대도시를 중심으로 집적의 이익이 극대화되고, 초고속화 및 이동성 제고 등으로 확대된 메가도시권 형성을 효율적으로 지원할 것이다. 도시권의 확산으로 대도시권으로의 인구이동을 통해 교통수요 집중 등 통행수요는 지속적으로 증가할 것이며, 이극 국

토공간구조의 연계체계 측면에서 메가도시권간을 더 빠르게 연결하기 위해 초광역적 서비스 공급체계가 강화될 것이다. 최근 연구검토가 이루어지고 있는 시속 400km/h의 초고속열차 ‘해무’와 하이퍼루프 등 신개념의 진공튜브열차 도입이 적극적으로 검토될 것이다.

□ 도로기능의 변화

메가도시권 형성으로 장거리 지역간 이동이 증가하므로 이동성이 강조될 것으로 예상된다. 대도시권의 확대로 장거리통행의 이동성이 더욱 중요해지고, 초고속 교통수단의 도입 등 통행속도의 변화를 통해 장거리 출퇴근이 증가하므로 도로부문에서도 기존 교통수단 이외에 빠른 이동 서비스에 대한 이용자 요구가 증가할 것으로 예상된다.

□ 예상 문제점

인구 및 물류의 집중이 발생하는 메가도시권내의 혼잡은 지속될 것으로 예상되며, 비대도시권 지역인 중소규모도시 및 인구과소지역에서는 공동화가 증가됨에 따라 도시간 서비스 격차가 심화될 것으로 전망하고 있다.

□ 국가간선도로 역할 : 국가간선도로 역량 확대 및 강화

메가도시권을 중심으로 국가간선도로의 역량을 확대해야 할 것이다. 먼저 도시권의 확장으로 도시권과 도시권을 연계하는 교통시설의 속도변화가 예상된다. 보다 빠르고 편리하고 안전한 지역간 이동성 확보에 집중하여야 할 것이다. 초고속 교통수단에 대한 이용자 요구에 부응하여 도로부문에서도 고속도로를 중심으로 초고속의 도로망 형성을 도모하여야 할 것이다. 지금까지 검토되고 있는 표정속도 400km/h의 고속철도와 하이퍼루프 등 초고속교통수단을 도로시설에 수용할 수 있는 방안과 함께 설계속도 160km/h의 주행이 가능한 초속도로 건설에 대한 검토가 필요할 것이다. 초고속도로는 과거 ‘스마트하이웨이’ 개념으로 연구개발을 추진한바가 있으므로 이에 대한 실천방안

으로 시범도로 건설과 함께 자동차와 양방향의 데이터 교류 등을 통해 안전성을 확보할 수 있는 국가간선도로 시설의 확충이 필요할 것이다. 또한 향후 남북관계의 진전 등을 통해 대륙 연계형 신규 간선망에 대한 요구 증가에 대비하여 기존 7×9 격자형 간선망을 보완하는 X자형 도로에 대한 검토도 필요할 것이다.

특히, 과학기술 발전을 전제로 할 때 자율주행시대에 대비하여 자율주행자동차의 운행 안전성 제고를 위해 ‘자율주행 전용도로’ 등 기존 간선도로에 대한 네트워크 운영 관리를 시행할 필요가 있다. 메가도시권을 연결하는 다양한 교통축 가운데 국가의 관리가 필요한 노선에 대해 자율주행차량을 위한 도로포장, 차로 도색 등의 시설기준 마련과 함께 도시 내 통과구간의 교차로 개선 사업 등의 도로운영체계가 요구되어 진다. 따라서 자율주행자동차가 주행가능한 교통축을 중심으로 별도의 ‘전용도로’ 지정 등이 필요할 것이다.

또한 메가도시권을 중심으로 한 인구이동으로 공동화가 예상되는 비대도시권 지역의 경우 주변 메가도시권 연계 체계 확보를 위해 기존 인프라시설의 유지 관리에도 집중할 필요가 있다.

그림 4-9 | 시나리오 1 개념도



자료: 저자 작성

(2) 시나리오 2 : 간선기능의 유지·관리

□ 국토공간변화 특징

자족적 분립 시나리오를 적용할 때 수도권을 중심으로 인구의 집중은 계속 진행되고, 생산기능이 완비된 자족기능을 갖춘 도시를 중심으로 성장이 예상된다. 인구과소지역은 지속적인 인구감소로 공동화가 진행되며 이를 통해 행정구역의 통합이 이루어진다. 따라서 인구과소지역에서 기존 시설의 이용률이 낮아질 것으로 예상된다.

□ 교통수요변화

수도권 중심으로 교통인프라 이용이 활발하게 이루어지나 기존 시설을 최대한 활용하여 추가적인 신규 건설은 거의 이루어지지 않을 것으로 예상된다. 돛형 공간구조를 갖는 수도권 등 대도시권의 공간구조에서는 돛형태의 내부 통행인 권역내 통행을 중심으로 통행이 형성되며 에너지 고비용화 등 통행 비용의 증가로 장거리 통행수요는 감소할 것이다.

□ 도로기능의 변화

지방대도시와 주변지역간 연결은 고속화되었으나, 고비용으로 이동 통행에는 제약이 발생할 것이다. 네트워크 형성이 완료된 수도권 등 대도시권내 이동성은 용이하나, 높은 이동비용이 예상된다. 거점지역과 주변 생산가능지역으로 구성되는 지방 대도시권 간의 이동성이 강조될 것으로 전망되나 시나리오 1에 비해 중단거리 통행 중심으로 형성될 것이다.

□ 예상문제점

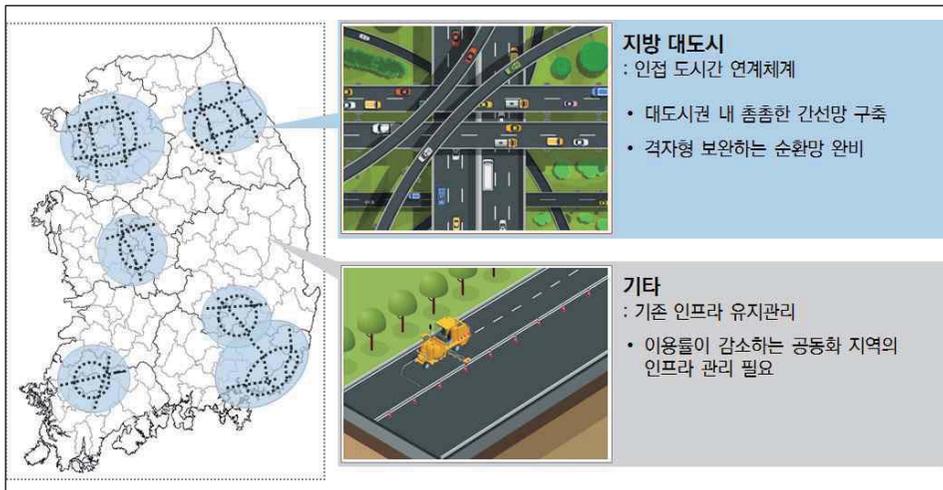
수도권 중심으로 교통인프라 이용은 증가하나 인구 감소 등 인구과소지역을 중심으로 인프라 이용률이 저하되어 인프라시설 노후화가 급속히 진행될 것으로 예상된다. 노후된 교통인프라 시설은 재난재해에 취약하여 노후시설 관리의 요구가 증대될 것이다.

□ 국가간선도로 역할 : 기존 간선서비스 유지 및 관리

중규모도시 중심의 통행발생으로 도시간 연계성이 중요할 것이다. 그러나 대도시 및 중규모도시의 인접지역과 나머지 지역간 격차 심화로 이를 해소하고자 중규모도시간 연계체계를 효율화하기 위해 기 구축된 간선망의 유지 및 관리가 필요할 것이다. 특히, 거점지역과 생산가능지역 중심의 통행은 직주근접 통행이 대부분으로 통행수요는 급격하게 증가하지 않으나 기본적인 도시부 혼잡은 지속될 것으로 전망할 수 있다.

그러나 대도시권과 주변지역으로의 집중은 나머지 도시와 농촌지역 등이 인구과소지역으로 변화하여 결국은 공동화의 진행 등으로 수요가 낮은 중점부 주요 교통시설(관광지, 공항, 항만 등)의 이용률은 감소할 것이다. 따라서 최종목적지까지의 접근 기능을 담당하는 (Last one mile) 국가간선도로 시설은 이용률 저하에 따른 노후화에 대비해야 할 것이다. 기후변화 등을 통해 재난 재해 발생이 증가할 경우 안전에 대한 요구는 지속적으로 증가하며, 기존 간선서비스가 유지 될 수 있는 체계적 관리가 필요할 것이다.

그림 4-10 | 시나리오 2 개념도



자료: 저자 작성

(3) 시나리오 3 : 국가간선도로의 선택과 집중 관리

□ 국토공간변화 특징

서울을 포함한 수도권 지역의 인구는 정체되고, 지방대도시권의 인구는 유지될 것으로 예상되며, 대도시와 중소도시 등 도시간 기능적 분담을 통해 유기적 연계체계가 구축될 것이다. 전국적으로 원활한 교류가 형성되고, 지속가능한 성장을 위해 에너지절약적 국토이용과 환경보전이 중요시될 것이다.

□ 교통수요변화

분산된 도시권간의 연계 강화로 수요는 지속적으로 증가할 것이다. 대도시, 중소도시 등 계층화된 도시권이 분산되어 각 도시권의 지속적인 발전을 유도하여 도시권간 통행이 증가하게 되므로 장거리 중심의 통행수요가 증가할 것이다.

□ 도로 기능변화

다핵화된 도시권내 주요 교통시설로의 접근성의 중요도가 증가할 것으로 전망된다. 원거리 중규모 도시간 교류는 감소하나 인접한 중규모 도시들은 협력을 통해 상생발전을 추구할 것이므로 중규모도시와 주변지역의 상생발전을 유도할 수 있는 접근성 중심 통행이 형성될 것이다.

□ 예상 문제점

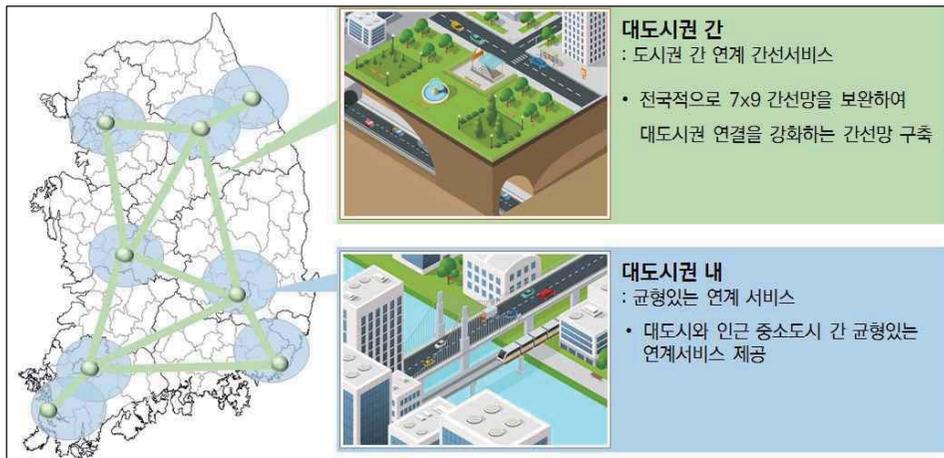
수도권 인구 정체로 추가적인 인프라 공급은 최소화될 것으로 예상되며, 대도시, 중규모도시, 중소도시 등의 계층적 도시권에 균등한 간선서비스를 제공하기 위한 효율적 연계체계 마련이 필요할 것이다.

□ 국가간선도로 역할 : 도로기능별 선택과 집중

분산적 집중 시나리오는 형평과 효율이 공존하는 균형있는 국토 공간 활용이 가능할 것이다. 즉, 도시 기능별로 요구되는 간선도로의 서비스는 균등하게 관리되어야 할 것이다. 이를 위해 국가의 관리가 필요한 주요 교통축을 중심으로 선택과 집중 관리가 요구된다. 분산된 도시권의 기능을 고려하여 중요 도시를 중심으로는 연계 및 관리체계에서 국가 간선도로의 역할은 중요도가 증가할 것이다. 또한 중규모, 소규모 도시의 경우 국가는 균형 있는 연계 서비스 제공에 집중하여야 할 것이다.

전국의 균등한 연계 서비스 제공을 위해서는 기존 국가간선도로망 이외에 지방도 이하의 도로이지만 도시권간 연계를 위해 꼭 필요한 도로의 경우 전략적으로 국가가 관리하는 유연한 도로지정관리 방안이 요구된다. 즉, 지금까지 고속국도, 일반국도 등 도로 관리주체에 따른 구분이 아닌 도로가 수행하는 기능 중심의 관리체계를 마련하여 국가의 관리가 필요한 도로라고 판단되는 간선도로는 국가가 집중하여 관리할 수 있도록 한다. 또한 국토 공간구조의 여건변화에 따라 간선교통축 가운데 기능의 변화에 따라 국가 관리가 필요성이 낮은 도로에 대해서는 지정관리를 해제하는 등 도로이용자의 요구, 수행 기능의 변화에 능동적으로 대응 가능한 지정관리 방안을 마련할 필요가 있다.

그림 4-11 | 시나리오 3 개념도



자료: 저자 작성

(4) 시나리오 4 : 도로기능의 다각화

□ 국토공간변화 특징

다중심 초연계 시나리오에서는 모든 지역이 물리적, 디지털로 연계되는 초연계 사회가 실현될 것이라 예상되며, 이를 통해 산업이 활성화된 지역이나 자연경관이 우수한 지역 등을 중심으로 지방 대도시권의 인구 분산이 본격화되고, 전 국토에서 균등한 도시 서비스 제공을 기대할 수 있다.

□ 교통수요변화

전 국토의 균등한 도시 서비스 제공으로 도시의 중심성은 사라지고 전국적으로 고르게 인구가 분포하여 수도권 등 대도시로의 인구 집중은 완화되고, 드론, 사물인터넷 등 다양한 신기술 등을 활용한 물류시스템 등의 영향으로 직접적인 통행수요는 감소할 것으로 전망된다. 디지털 통신망을 이용한 소비가 가능하고, 스마트시티의 실현 등 첨단네트워크 시스템으로 통행의 최소화가 예상된다. 장기적으로는 초연계화 실현을 극대화하는 재택근무 등의 생활양식의 변화로 전체적인 통행수요에 영향을 줄 것으로 판단된다.

□ 도로기능변화

인구분산의 실현 등으로 도시간 이동성 보다는 도시내 다양한 시설로의 접근성이 중요하게 되고, 특히 디지털 접근성의 중요성이 강조될 것이다. 모든 지역이 물리적 연계는 물론 디지털로 연계되는 초연계화로 국토 경쟁력 제고와 함께 연계 서비스의 격차 완화를 위한 노력이 필요할 것이다. 신재생에너지 생산이 보편화되고, 태양광 등을 이용하여 자체 전력을 생산하게 됨에 따라 도로시설도 에너지를 생산하는 시설로서 활용 측면에서 이동과 접근 기능 이외의 하베스팅 기능을 보유하게 될 것이다.

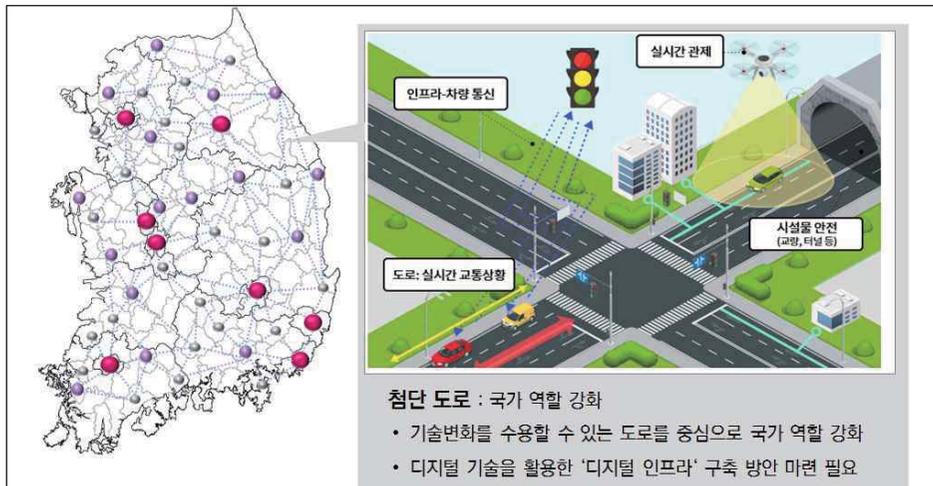
□ 예상 문제점

교통수단의 다양화, 도시 중심성 감소 등으로 도로를 이용하는 수요가 감소하여 기존 인프라 활용성은 감소할 것으로 전망된다.

□ 국가간선도로 역할

다양한 도로기능 구현을 위한 도로 공간의 활용성을 높이기 위한 노력을 기울일 필요가 있을 것이다. 드론, IoT 등 기술변화를 수용할 수 있는 공간으로써 ‘디지털 인프라⁴⁾’ 개념을 구현하고 지상의 운행수단이 자동차 이외에 ‘하늘을 나는 자동차 혹은 비행체’를 수용할 수 있는 도로시설로 발전하여야 한다. 또한 ‘초연결’ 개념을 실현하기 위해 도로와 도로는 물론 도로와 건축물, 도로와 하이퍼루프, 비행 자동차 등 타교통수단과의 연계 등을 위한 도로 공간의 입체적 활용이 가능할 것이다. 또한 자동차를 지하공간으로 이동시켜 지하도로를 통한 이동이 용이할 수 있도록 지하도로 건설도 증가할 것이다.

그림 4-12 | 시나리오 4 개념도



자료: 저자 작성

4) 디지털 인프라(Digital Infrastructure)란 도로 등 시설물에 데이터 기반 운영관리 등 신기술을 반영한 시설을 의미하는 것으로 본 연구에서 정의함

3) 시나리오 영향 검토

(1) 시나리오별 변화 요인 설정

국가간선도로의 수요와 기능에 영향을 미치는 요인은 다양하며, 그 방향과 정도 또한 다를 수 있다. 또한 이러한 메가트렌드와 변화요인들은 불확실성을 지니며 2040년이라는 먼 미래에 있어서 그 영향 정도를 예측하는 것은 어려운 일이다. 저출산, 고령화, 1인가구 증가, 자연자원 고갈과 같이 현재 어느 정도 진행이 되어 있고 미래에도 계속 진행될 가능성이 높은 요인들도 있는 반면, 메가시티 확대, 지역 양극화, 경제 저성장 등 우리나라의 경제, 정책 변화에 따라 다르게 나타날 수 있는 변화요인들도 있다. 자율주행과 같이 기술발전의 수준에 따라 상용화가 거의 확정된 요인도 있는 반면, 하이퍼튜브 등의 초고속수단은 기술발전이 완료되더라도 경제성이나 정책효과, 지역균형발전 등의 문제로 도입되지 않을 수도 있다.

따라서 국가간선도로 미래상 시나리오별 국토공간 이용과 도로수요 및 기능의 변화를 고려하여 앞서 선정한 18개 세부 변화요인을 차등적으로 적용할 필요가 있다. 실현 가능성이 높은 요인의 경우에는 모든 시나리오에 적용하는 것을 전제로 하며, 불확실성이 높은 요인과 정책수단으로 활용이 될 요인에 대해서는 적정한 시나리오에만 적용을 하였다.

□ 메가트렌드 1. 인구구조 변화

「인구구조 변화」는 사회적 현상으로 현재에도 진행이 되고 있으며, 장래에도 그 영향이 계속될 것으로 판단된다. 다만 고령화, 1인가구 가속화 등 지역적으로 편차가 클 것으로 예상되는 현상은 기존 추세를 반영하여 차등적으로 반영할 필요가 있다.

우리나라 고령화율(65세이상 인구/총 인구)은 2017년 기준 13.9%로 고령사회 진입을 목전에 두고 있다. 이에 ‘고령화’ 요인은 전국 247개 시군구를 기준으로 고령사회 기준치인 14%를 넘는 152개 지역에 적용을 하였으며, ‘1인가구 가속화’ 요인은 1인가구 비율이 34%를 넘는 상위 50개 지역에 적용을 하였다.

표 4-9 | 국내 인구 및 고령화, 1인가구 현황

(단위: 만인)

| 구분 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2017 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 인구 | 4,773 | 4,878 | 5,052 | 5,061 | 5,077 |
| 65세 이상 인구 | 336 | 432 | 551 | 669 | 706 |
| 고령화율 | 7.0% | 8.9% | 10.9% | 13.2% | 13.9% |
| 총 가구수 | 1,431 | 1,589 | 1,734 | 1,956 | 2,017 |
| 1인가구수 | 222 | 317 | 414 | 520 | 562 |
| 1인가구 비율 | 15.5% | 20.0% | 23.9% | 26.6% | 27.9% |

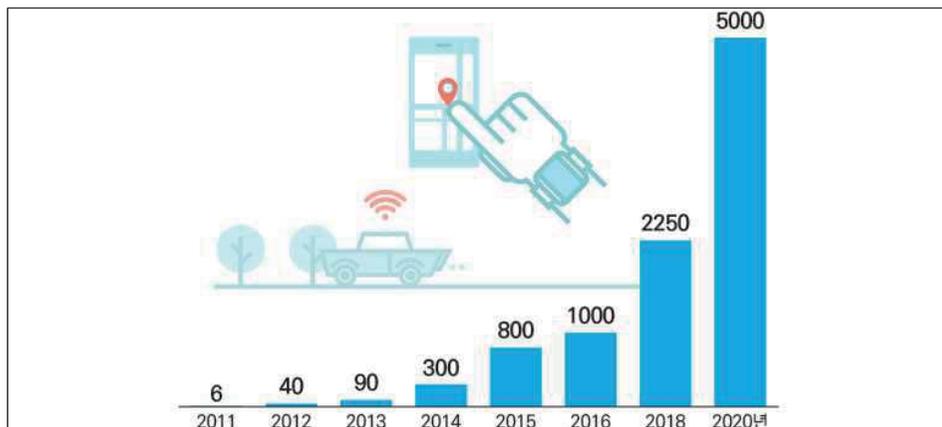
자료: 행정안전부. 주민등록인구현황. 5세별 주민등록인구를 재정리

□ 메가트렌드 2. 가치변화

「가치변화」도 전국적인 현상으로, 장래에도 그 영향이 계속될 것으로 판단된다. 공유자동차(Car Sharing)의 경우 아직은 대도시 위주로 진행이 되고 있으나, 2011년 6억원에서 2016년 1,000억원으로 시장 규모가 가파르게 성장중이며 2020년에는 5,000억원 규모에 달할 것으로 예측이 되는 등 전국적으로 확산될 것으로 전망된다.

그림 4-13 | 국내 카셰어링 시장 규모

(단위: 억원)



자료: 비즈니스워치. 2017. 격동!카셰어링① 시장경계를 허물다. 11월 27일, <http://news.bizwatch.co.kr/article/industry/2017/11/27/0007> (2018년 11월 20일 검색)

□ 메가트렌드 3. 도시 양극화

「도시 양극화」의 두 요인 ‘메가시티 확대’와 ‘비 대도시권 쇠퇴’는 현재에도 일부 진행이 되고 있으나, 정부의 정책기조와 지속적인 균형발전 투자를 고려하여 메가도시권 성장이 전제된 시나리오 1(국가간선도로 역량 확대 및 강화)에만 적용하였다.

□ 메가트렌드 4. 기술 변혁의 가속

「기술 변혁의 가속」은 요인별로 차이가 클 것으로 전망된다. 자율주행 차량의 경우 대부분 자동차 제조사들은 2020~2025년에는 레벨4의 자율주행 자동차가 생산될 것으로 전망하고 있으며, 2030년 이후에는 제한적인 상용화가 가능할 것으로 예상하고 있다. 자율주행차가 도입된다면 연속류인 고속도로에 먼저 적용될 것으로 판단되므로, ‘자율주행 차량 상용화’ 요인은 국가간선도로의 모든 시나리오에 적용하였다.

표 4-10 | 레벨 4 자율주행차 출시 목표 시점

| 목표연도 | 기업 |
|-------|----------------------|
| 2018년 | 테슬라 |
| 2020년 | 다임러, 닛산, 아우디, 혼다 |
| 2021년 | 웨이모(구글), 포드, BMW, 볼보 |
| 2025년 | 폭스바겐, GM |
| 2030년 | 현대자동차 |

자료: 삼정KPMG 경제연구원. 2018. Samjong INSIGHT Vol.56. p.17

‘초고속수단 도입’의 경우, 「도시 양극화」와 마찬가지로 국토이용의 패턴을 고려하여 시나리오 1(국가간선도로 역량 확대 및 강화)에만 적용하였다. 또한 거리가 멀고 통행량이 많은 지역에 적합한 초고속수단의 특성을 고려하여 현재 KTX 정차역이 존재하는 41개 지역을 적용대상으로 설정하였다.

‘디지털화, 초연결사회 도래’ 요인은 현재에도 진행이 되고 있으나 국가간선도로에

미치는 영향을 고려하였을 때, 도로교통수요가 디지털인프라 중심의 교류로 전환될 것으로 예상되는 시나리오 4(도로기능의 다각화)에만 적용하였다.

□ 메가트렌드 5. 경제 글로벌화 및 산업구조 변화

「경제 글로벌화 및 산업구조 변화」는 전세계적 추세에 따라 우리나라에도 계속 진행이 될 것으로 전망된다. 다만 ‘산업/지역/직종간 양극화’ 요인은 주요도시 위주로 성장이 진행되는 시나리오 1(국가간선도로 역량 확대 및 강화)과 시나리오 2(기존 간선서비스 유지 및 관리)에만 적용을 하였으며, ‘저성장사회로 경제 역동성 약화’ 요인은 도로교통수요 감소가 예상되는 시나리오 2(기존 간선서비스 유지 및 관리)와 시나리오 4(도로기능의 다각화)에만 적용을 하였다.

□ 메가트렌드 6. 환경 중요성 및 에너지 위기

「환경 중요성 및 에너지 위기」도 계속 중요성이 강조되고 있는 메가트렌드이다. ‘재난 및 재해 증대’, ‘에너지 부족 및 가격상승’ 요인은 현재에도 문제점을 인식하고 지속적으로 투자가 증가하고 있다. 다만 도로인프라 측면에서 친환경도로 건설과 같은 투자가 행해지기 위해서는 사회적 합의가 필요하다고 판단된다. 따라서 ‘에너지 생산, 저장 등 친환경도로’ 요인은 도로교통수요가 계속 증가하는 시나리오 1(국가간선도로 역량 확대 및 강화)과 시나리오 3(도로기능별 선택과 집중관리)에만 적용을 하였다.

이상의 요소들이 고려된 시나리오별로 적용한 세부 변화요인을 정리하면 다음 표와 같다.

표 4-11 | 시나리오 별 변화요인 적용

| 메가트렌드 | 세부 변화요인 | 실현 여부 | 시나리오 | | | |
|---------------------|------------------------|-------|------|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. 인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 1인 가구 가속화 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. 가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 소비욕구 다양화 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 공유경제 심화 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. 도시 양극화 | · 메가시티 확대 | 불확정 | 0 | | | |
| | · 비 대도시권 쇠퇴 | 불확정 | 0 | | | |
| 4. 기술 변혁의 가속 | · 자율주행 차량 상용화 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 초고속수단 도입 | 불확정 | 0 | | | |
| | · 디지털화, 초연결사회 도래 | 불확정 | | | | 0 |
| | · 도로의 상부 및 지하공간 복합 활용 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5. 경제 글로벌화 및 산업구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 지식·서비스 산업 중심 경제구조 개편 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 산업/지역/직종간 양극화 | 불확정 | 0 | 0 | | |
| 6. 환경 중요성 및 에너지 위기 | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 | 불확정 | | 0 | | 0 |
| | · 에너지 생산, 저장 등 친환경도로 | 불확정 | 0 | | 0 | |
| | · 재난 및 재해 증대 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | · 에너지 부족 및 가격상승 | 확정 | 0 | 0 | 0 | 0 |

자료: 저자 작성

(2) 시나리오 영향 검토

□ 분석 전제

앞서 3장에서는 미래의 다양한 기술발전 및 환경변화가 우리 국토의 공간구조와 도로이용 패턴을 변화시킬 수 있음을 살펴보았다. 이를 통해 미래 환경변화에 대응하기 위한 4개의 국가간선도로 시나리오를 설정하였고, 시나리오별로 미래 환경변화가 도로 교통에 미치는 영향을 살펴보려고 한다.

이를 위하여 전문가 조사 결과에 따른 도로교통 수요 변화량을 KTDB에 적용하여

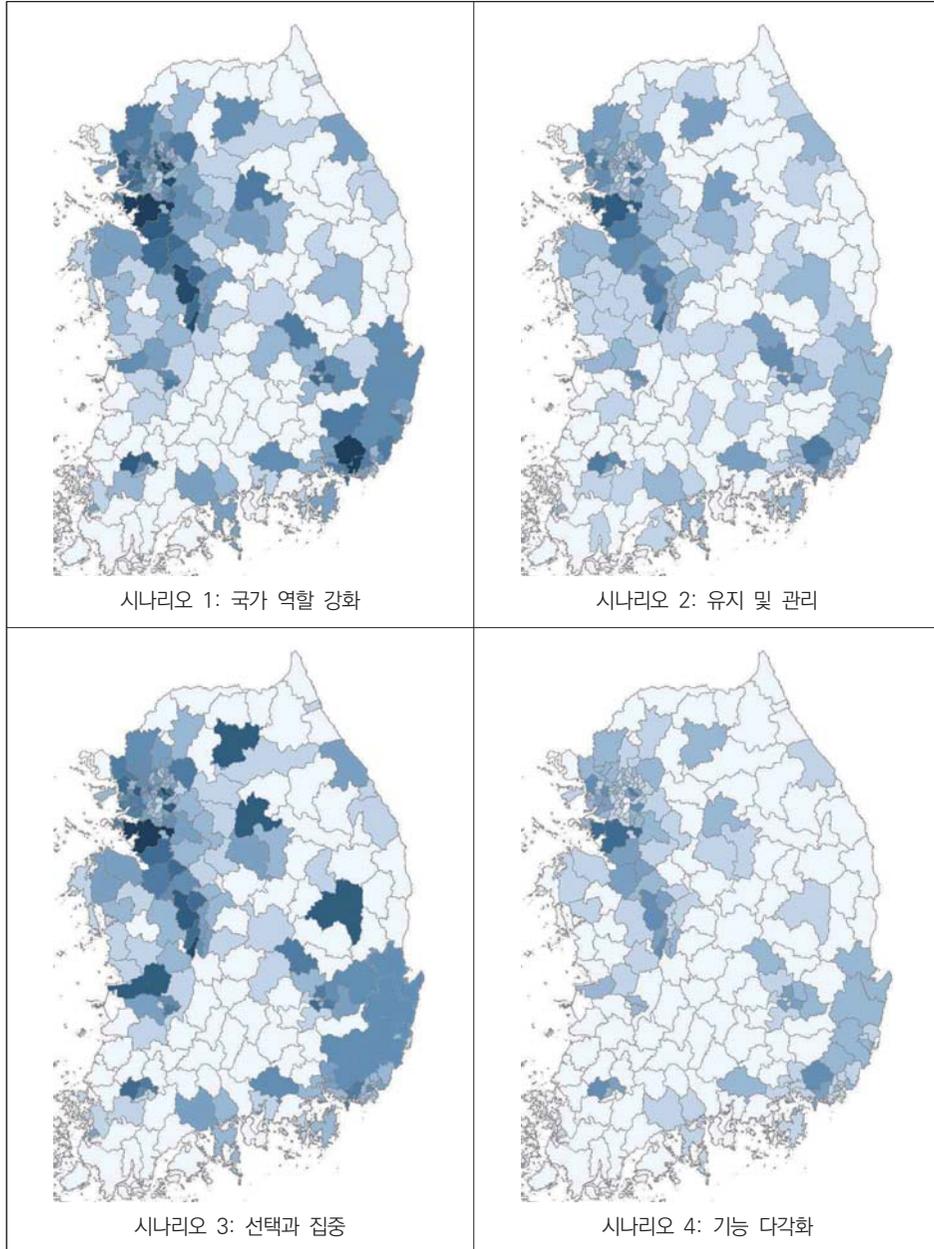
시나리오별 국가간선도로 이용패턴 및 서비스 수준 변화를 분석하였다. 가장 최근 배포된 2018년 배포판 KTDB를 바탕으로, 2040년의 O/D에 변화요인별 통행수요 변화율(-6.8%~7.5%)을 적용하여 시나리오 별 O/D를 재산정하였다. 세부 변화요인의 적용 기준 및 수요 변화율은 다음 표 및 그림과 같다.

표 4-12 | 시나리오 별 변화요인 기준 및 수요 변화율

| 메가 트렌드 | 세부 변화요인 | 적용 지역 | 적용 기준 | 수요 변화율 | 적용 시나리오 |
|---------------------|----------------------|-------|------------------|--------|------------|
| 1.인구구조 변화 | · 저출산·고령화 | 152개 | · 고령화율 14% 이상 | -6.8% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 1인 가구 가속화 | 50개 | · 1인가구 비율 34% 이상 | 3.2% | 1, 2, 3, 4 |
| 2.가치변화 | · 개인 삶의 질 중시 | 전국 | - | 7.5% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 소비욕구 다양화 | 전국 | - | 6.6% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 공유경제 심화 | 전국 | - | -0.4% | 1, 2, 3, 4 |
| 3.도시 양극화 | · 메가시티 확대 | 대도시 | · 특·광역시 | 4.1% | 1 |
| | · 비 대도시권 쇠퇴 | 대도시 | · 특·광역시 | -2.1% | 1 |
| 4.기술변혁의 가속 | · 자율주행 차량 상용화 | 전국 | - | 6.8% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 초고속수단 도입 | 41개 | · KTX 정차역 설치 지역 | 2.1% | 1 |
| | · 디지털화, 초연결사회 도래 | 전국 | - | -3.6% | 4 |
| | · 도로 상하부 복합 활용 | 대도시 | · 특·광역시 | 2.7% | 1, 2, 3, 4 |
| 5.경제 글로벌화 및 산업 구조변화 | · 글로벌 경제협력 확대/통합 | 전국 | - | 3.7% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 지식서비스 중심 경제구조 개편 | 전국 | - | 0.5% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 산업/지역/직종간 양극화 | 전국 | - | -0.2% | 1, 2 |
| | · 저성장사회로 경제 역동성 약화 | 전국 | - | -4.3% | 2, 4 |
| 6.환경 중요성 | · 에너지 생산, 저장 등 친환경도로 | 전국 | - | 1.6% | 1, 3 |
| | · 재난 및 재해 증대 | 전국 | - | -1.6% | 1, 2, 3, 4 |
| | · 에너지 부족 및 가격상승 | 전국 | - | -5.0% | 1, 2, 3, 4 |

자료: 저자 작성

그림 4-14 | 시나리오 별 수요변화 (2040년 기준)



자료: 저자 작성

□ 분석 결과

전문가 조사를 통해 산출된 미래 변화요인의 교통수요 증감을 적용하여 시나리오별 교통수요 분석을 수행하였다. 분석 결과, 시나리오에 따라 지역간 평균 통행시간이 1.8~4.2분 증가하고 지역별 통행시간 편차가 1.1~2.3분 증가했다. 이는 고령화, 자율주행 등 신기술 개발, 지하도로 건설, 에너지 부족 등 미래 변화에 따라 현재 예상하고 있는 것보다 더 많은 교통혼잡이 발생할 수 있다는 것을 의미한다. 지역간 평균 통행시간은 2000년 이후 연평균 2.7분이 개선되었음을 고려할 때, 이러한 분석결과는 약 1~2년간의 도로투자 성과와 유사한 손실로 볼 수 있다.

표 4-13 | 지역별 통행시간 변화

(단위: 분)

| 구분 | KTDB | | 2040 시나리오 | | | |
|-------------|-------|-------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | 2017년 | 2040년 | 1. 국가 역할 강화 | 2. 유지 및 관리 | 3. 선택과 집중 | 4. 기능 다각화 |
| 지역별 평균 통행시간 | 171.3 | 166.6 | 170.8 | 169.1 | 170.4 | 168.4 |
| 지역별 통행시간 편차 | 34.1 | 32.2 | 34.5 | 33.7 | 34.1 | 33.3 |

자료: 저자 작성

또한 간선도로의 서비스수준 D 이상 혼잡구간이 기존 3,653km에서 3,864km로 최대 211km가 증가하는 것으로 분석되었다. 시나리오에 따라 혼잡구간이 1.2~5.8% 증가하여 지역간 혼잡이 가중될 우려가 있음을 보여준다.

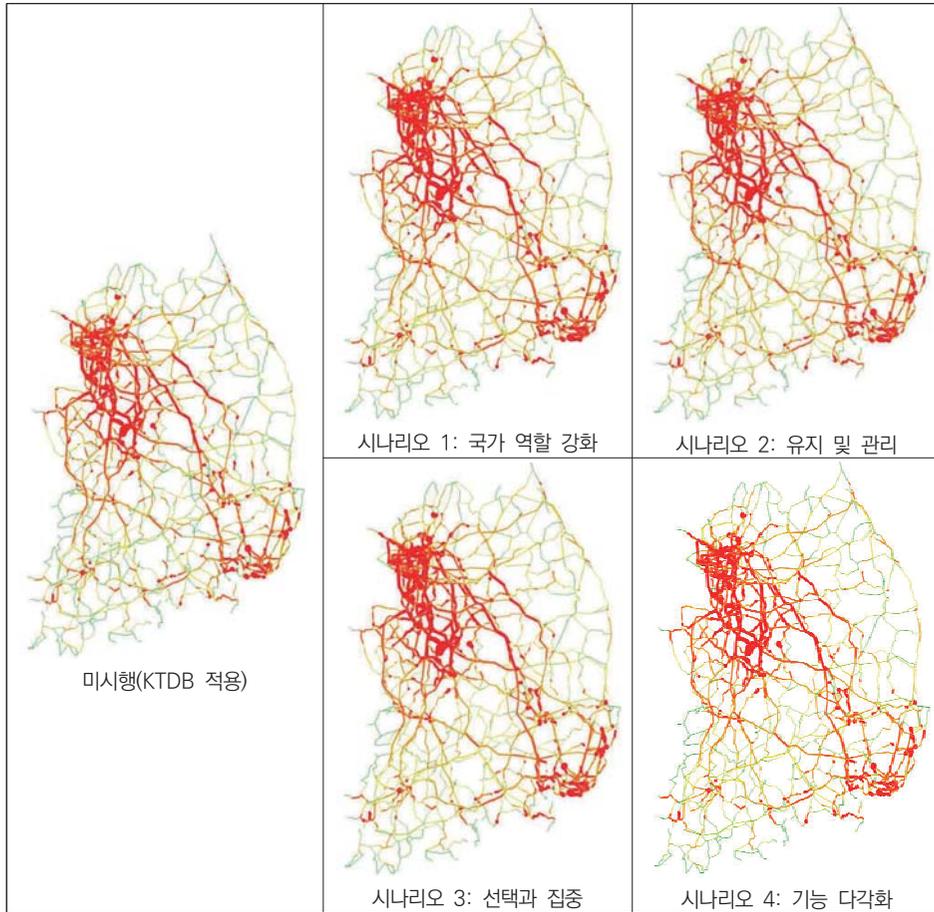
표 4-14 | 국가간선도로 혼잡구간 변화

(단위: km)

| 구분 | KTDB | 2040 시나리오 | | | |
|---------|-------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | | 1. 국가 역할 강화 | 2. 유지 및 관리 | 3. 선택과 집중 | 4. 기능 다각화 |
| 혼잡(D~F) | 3,653 | 3,864 | 3,721 | 3,812 | 3,697 |

자료: 저자 작성

그림 4-15 | 시나리오 별 혼잡구간 변화



자료: 저자 작성

(3) 시사점

시나리오별 장래 교통수요 변화를 분석한 결과 대도시권을 중심으로 혼잡구간이 증가하고, 인구 감소가 증가하는 지역에서는 수요 감소가 예상되어 국가간선도로의 기능과 역할은 지역별, 시나리오별 다양한 대응방안 마련이 요구되어, 이를 위한 정책방안을 마련하였다.

표 4-15 | 시나리오 요약

| 구분 | | 시나리오 1 국가 역할 강화 | 시나리오 2 유지 및 관리 | 시나리오 3 선택과 집중 | 시나리오 4 기능 다각화 |
|----------------|-----------|---|--|---|--|
| 국토 공간 | 시나 리오 | 메가도시권 성장 | 자족적 분립 | 분산적 집중 | 다중심초연결 |
| | 특징 | ·메가수도권 인구비중 70%, 1인 가구 증가 ·초광역적 서비스 공급체계 강화 | ·수도권 인구집중 지속, 자족기능 도시 중심으로 성장 ·인구과소지역 행정통합 진행 | ·수도권 인구 정체, 지방대도시권 인구 유지 ·대도시, 중소도시 등 기능적 분담을 통해 유기적 연계 | ·수도권 인구 분산, 중규모도시 인구 증가 ·서비스 공급의 모듈화로 균등한 서비스 제공 가능 |
| 도로 교통 | 특징 | 수요 ↑, 기능(이동) | 수요 ↓, 기능(이동) | 수요 ↑, 기능(접근) | 수요 ↓, 기능(접근) |
| | 교통 수요 | ·대도시 집중 증가와 도시권 확산 등으로 통행수요가 증가 | ·지방대도시와 주변도시 시간 연계 활성화로 중단거리 중심 통행 | ·분산된 대도시권 간 연계 강화로 교통수요 증가 | ·IoT, 드론 등 도로가 아닌 디지털인프라 중심의 통행변화로 도로를 이용한 교통수요는 감소 |
| | 도로 기능 | ·메가도시권 형성으로 장거리 지역간 이동 강조 | ·중규모 도시간 연계성 강조 | ·도시권의 기능분담으로 도시권내 주요 시설접근성 중요 | ·도시축소 등의 영향으로 도시내 다양한 시설로의 접근 중요 |
| | 예상 문제점 | ·메가도시권 형성으로 기존 도시간 서비스 격차 심화 예상 | ·수도권 중심 교통인프라 이용 증가 ·중규모 도시 인프라 시설 노후화 예상 | ·수도권 기능 정체로 인한 신규 건설 미흡, 기존 시설을 이용한 도시간 효율적 연계 체계 마련 필요 | ·도시의 중심성이 감소하여 기존 인프라 활용성 감소 |
| 국가 간선 도로 | 과제 | 국가간선도로 역량 확대 및 강화 | 기존 간선서비스 유지 및 관리 | 도로기능별 선택과 집중 관리 | 도로기능의 다각화 |
| | 역할 | ·(메가도시권) 빠르고 편리하고 안전한 지역간 이동성 집중(초고속도로), 다양한 네트워크 운영관리 ·(기타도시권) 기존 인프라 유지관리 중요 | ·(지방대도시) 교류가 이루어지는 도시간 연계체계 확충 ·(기타) 통행비용 증가로 이용률이 감소하는 공동화 지역의 인프라 관리 필요 | ·(대도시권) 분산된 도시권의 기능별 연계체계를 도시특성별 차별화하는 간선서비스 제공 ·(도시권내) 중규모/소규모 도시의 균형 있는 연계 서비스 제공 집중 | ·(종합) 다양한 디지털 기술을 활용한 '디지털 인프라' 구축 방안 마련 · 기술변화를 수용할 수 있는 도로를 중심으로 국가 역할 강화 |

자료: 저자 작성

3. 국가간선도로 미래상

앞에서 검토한 네가지 국토공간구조 변화에 따른 국가간선도로 역할 및 목표를 기준으로 설정한 국가간선도로 미래상 시나리오는 다음과 같은 다양한 미래 도로정책방향으로 도출될 수 있다. 지금까지 살펴본 각각의 시나리오별 국가간선도로 역할을 미래에 어느 하나의 시나리오로 구현되기 보다 모든 지역과 통행단에서 발생할 것으로 예상되는 현상으로 전망하였다. 따라서 미래 실현 가능한 국가간선도로 미래상은 <표 4-9> 시나리오별 국가간선도로 역할 측면의 목표를 종합하여 제시할 수 있을 것이다.

먼저, 국가간선도로의 역량을 확대하고 강화하기 위한 시나리오 1은 메가도시권 성장에 근거한 국가의 역할 강화의 노력이 요구되며, 이를 위해 기존 초고속교통수단 도입에 대비하여 도로부문의 초고속도로 도입을 통해 장거리 통행을 분담하여야 한다. 앞에서 분석한 시나리오별 혼잡구간 분석결과에 의하면 수도권과 부산권을 중심으로한 교통혼잡은 지속될 것으로 예상되며, 양극화되는 대도시권간 교통혼잡에 대처하기 위해 초고속교통수단 도입은 전제되어야 할 것이다. 그러나 지역간 장거리 통행은 물론 대도시권내 교통 혼잡 해소를 분담하기 위해 현재의 도로시설과 차별화된 속도 변화 등을 추진하기 위해서 초고속도로 건설에 대한 정책적 노력이 필요하다.

유지 및 관리측면의 시나리오 2에서는 국가간선도로가 제공하는 기존의 간선서비스를 유지하기 위해 통행의 시작점과 최종 목적지까지(Last one mile service)의 막힘없는 서비스 강화가 필요하며, 장기적으로 인구 감소와 통행수요의 감소로 기존 도로시설의 이용률이 저하되고 이로 인해 발생하는 노후화된 시설의 안전측면의 관리체계를 강화하여야 한다. 수도권 등 대도시권의 교통혼잡은 지속될 것이라 예상되지만 이에 반해 인구나 통행량이 급속하게 감소하는 지역을 중심으로 집중적인 도로관리가 요구된다. 특히 자율주행차량 등 기술의 발전으로 고령운전자의 통행이 자유로워진다는 가정하에서 관광지를 중심으로 한 여가통행은 계속 증가할 것으로 전망되므로, 주중의 통행량은 감소하나 주말 통행량 증가에 대비한 통행단을 연계하는 도로시설의 유지관리 방안에 대한 정책이 요구된다.

도로의 선택과 집중관리를 위한 시나리오 3에서는 분산된 도시권의 연계체계를 마련하기 위해 추가적인 신규 간선축에 대한 요구가 예상되며, 이를 위해서는 국가 관리 필요성이 증가하는 도로에 대해 지정기준의 유연성을 마련하고, 국가 중점관리를 위한 ‘전략도로’ 체계 등 유연한 관리체계를 마련해야 할 것이다. 국토 공간의 효율적 활용 측면에서 균형발전을 위한 다양한 정책개발이 필요하며, 특히 효율적인 도로운영에서 보다 발전된 네트워크 운영방안을 제시해야 한다. 즉, 균등한 이동서비스 제공을 위해 간선기능을 수행하는 지방도 이하의 도로에 대해서도 국가의 관리가 필요하다고 인정되는 경우에는 보다 신속하고 효율적으로 도로의 노선지정 및 관리체계 등을 변경할 수 있어야 한다.

도로 기능의 다각화를 목표로 설정한 시나리오4에서는 사물인터넷(IoT), 자율주행 자동차 등 다양한 정보교류가 활성화된 도로시설을 갖추기 위해 ‘디지털인프라’ 체계를 마련하고, 지하-도로-지상 등을 3차원으로 연계할 수 있는 도로 공간의 복합적 활용에 대한 노력이 필요하다. 완전 자율주행시대의 도래와 드론이나 인공지능(AI)을 활용한 지능형 도로관리시스템 도입 등 편리하고 안전한 도로주행환경을 기대할 수 있으며 대도시권의 교통 혼잡을 해소하기 위해 지하도로 건설 및 운영과 공유자동차를 이용한 이동성 제고와 함께 드론자동차 등 도로 상부공간을 활용한 통행 분담 등이 예상된다.

궁극적으로 대도시권을 중심으로는 국가의 역할 강화 노력이, 대도시-중규모도시 등의 연계성 제고를 위해서는 도로관리의 선택과 집중이, 소규모 이하의 도시에서는 기존 도로시설의 유지 및 관리 강화 마련이 요구되며, 이러한 지역간 다중심 초연결 사회로 발전하기 위해서는 디지털 인프라 체계 구축을 마련하여 종합적인 국가간선도로 미래상을 도출할 수 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 본 연구의 국가간선도로망의 미래상은 미래 예상 가능한 국토 공간구조 변화에 능동적으로 대응 가능하고, 각 공간구조 시나리오별 예상 가능한 문제점을 해결하기 위한 국가간선도로의 역할과 정책방향으로 제시하였다.

그림 4-16 | 국가간선도로 미래상



자료: 저자 작성

그림 4-17 | 미래 국가간선도로 개념도



자료: 저자 작성



CHAPTER **5**

국가간선도로 미래상
구현을 위한 정책제언

- 1. 기본 방향 | 107
- 2. 정부의 역할 및 실천 전략 | 112
- 3. 정책제언 | 115

국가간선도로 미래상 구현을 위한 정책제언

본 장에서는 국가간선도로 미래상을 구현하기 위해 정책과 관리측면의 기본방향을 설정하였고, 세부 과제별 국가의 역할과 입장을 고려한 실천전략과 정책적 활용방안 측면의 정책제언을 제시하였다.

1. 기본 방향

본 장에서는 앞에서 설정한 국가간선도로 미래상을 기준으로 대응과제를 도출하고 이에 대한 실천방안을 통해 국가의 역할방안을 검토하고자 한다.

먼저, 국토공간구조 변화에 대응한 4가지 측면의 국가간선도로의 과제는 향후 국가간선도로가 나아갈 방향이자 목표이며, 이러한 목표를 달성하기 위한 국가의 역할을 검토하기 위해 도로부문의 정책과 관리 측면의 대응과제를 도출하였다.

1) 정책 측면 : 국가간선도로 역량 강화

(1) 초고속도로 도입 검토

400km/h이상의 초고속열차, 하이퍼루프 등 새로운 교통수단은 속도의 변화에서 차별화를 추구하고 있다. 이러한 초고속교통수단에 대응하여 기존 국가간선도로 가운데 고속도로를 중심으로 설계속도를 상향 조정하여 초고속도로 도입을 검토하여야 한다.

메가도시권을 연결하는 교통수요는 계속적으로 증가할 것으로 전망되며 도시권과 도시권을 연결하는 보다 빠른 교통수단으로 수단간 속도 경쟁에서 도로부문의 역할 강화가 필요할 것이다.

또한 격자형 가로망체계의 단점인 우회거리 증가를 보완하기 위해 격자형 Cell을 X자형으로 횡단하는 새로운 네트워크 공급을 검토하여야 한다. 기존 격자형 도로망의 통행거리 단축에 대한 이용자 요구에 부응하고, 대도시권 혼잡구간의 혼잡해소를 위한 교통대책으로 보완대체 교통축에 대한 공급이 필요할 것이다(X자형 또는 Diagonal Corridor 개념 도입).

(2) 도로 기능의 개념 재정립

지금까지 도로의 기능은 이동성과 접근성의 개념으로 분류하여 왔다. 그러나 도시의 발전과 함께 도로가 수행하는 역할이 다양해짐에 따라 도로의 기능을 이동성과 접근성만으로 설명하기 어렵고, 특히 간선 기능을 이동성만으로 한정하는 것은 한계가 있다. 예를 들면 도시와 도시를 연결하는 일반국도 가운데 교통량이 적어 주행속도가 높은 구간이 빠르게 이동이 가능한 도로이지만 반드시 간선기능을 수행한다고 보기는 어렵다. 또한 간선기능을 수행하는 중요 도로이지만 교통량이 집중되어 주행속도가 낮아져서 이동성이 확보되지 않는다고 하여 ‘간선기능이 부족하다’ 라고 설명할 수는 없다. 따라서 도로가 통과하는 구간의 토지이용 특성 등 도로의 공간적 특성을 반영할 필요가 있다.

장래 기술의 변화가 도로부문에 가져올 영향은 매우 클 것으로 예상하고 있다. 지능형교통시스템(ITS)을 확충하여 차량과 도로시설에 대한 정보의 공유가 가능하며, 도로의 시설수준과 포장상태, 차량의 도색 등 도로관리 현황을 정보화하여 자동적으로 관리될 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 이러한 기술수준을 수용하는 도로시설을 국가간선도로 전체에 공급하기 보다는 도로 이용자의 다양한 요구수준을 반영하여 교통축 단위로 자동화된 도로관리체계 도입과 적절한 도로시설 기준을 마련하고, 기술변화를 수용할 수 있는지 등의 도로 지정기준을 검토하여야 한다.

장래 자율주행차량의 도로 주행환경을 마련하기 위해서는 특히 기술수용성 등을 고려한 도로지정기준 마련이 필요하다. 향후 완전 자율주행도입 이전까지 정부는 C-ITS 도입 등 차량과 정보 공유를 통한 자율주행환경을 조성할 계획을 마련하였다. 따라서 도로시설에 정보 공유에 필요한 시스템을 보유하고있는지를 기준으로 간선기능 수행 여부를 판단할 수 있을 것이다.

따라서, 도로의 기능은 전통적인 이동성과 접근성의 개념 이외에 도로가 통과하는 주변의 토지이용 특성에 따른 ‘공간성’과 ‘기술수용성’ 등을 고려한 도로분류체계 도입을 적극 검토하여야 한다.

2) 관리측면 : 기술변화에 대응한 도로관리체계 도입

(1) 네트워크 운영(Network Operation)체계 도입

전문가들은 앞에서 살펴본 다양한 미래 환경변화에 대응한 도로부문의 변화는 신규 도로건설 사업이나 정책개발 측면보다 기존 도로시설의 운영·관리에 대한 중요성이 강조될 것으로 전망하였다. 특히, 빅데이터 시대와 함께 드론을 활용한 도로시설 운영관리 방안 등을 통해 효율적인 시설관리에 대한 기대가 증가할 것으로 전망하고 있고, 목표연도인 2040년에는 기존 물리적인 인프라 시설의 노후화가 예상되므로 체계적인 유지관리를 통한 기존 시설 활용도 제고에 대한 관심도 증가할 것이다.

효율적 국가간선도로 운영을 위해 네트워크 운영(Network Operation) 체계 도입을 검토하여야 한다. 도로의 유지보수 등의 관점에서 도로 운영과 함께 네트워크 운영의 필요성이 대두되고 있다. 지금까지는 도로를 관리주체에 의해 국가와 지자체 등으로 구분하여 왔다. 특히 고속국도와 일반국도 등은 관리주체가 국토교통부 장관으로 지정되어 있고, 지방도 이하의 도로는 지자체장이 관리주체가 되었다. 그러나 국토공간구조의 변화에 대응하고 도로 이용자의 서비스 요구가 다양화됨에 따라 도로가 수행하는 기능은 이동성과 접근성 등으로 명확하게 구분되거나, 하나의 기능으로 정제되기 보다 시시각각으로 변화할 것으로 예상된다. 따라서 지역간을 연결하는 간선교통축을 지금

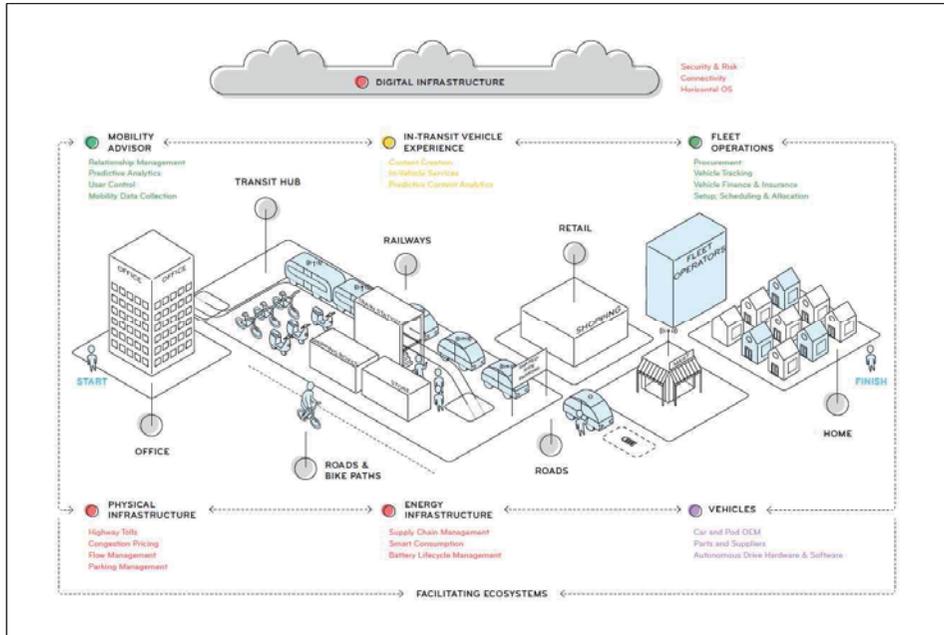
과 같이 일반국도 등 도로등급으로 규정하여 운영하기 보다는 현재 도로의 교통여건이나 시설 수준, 실시간으로 제공되는 도로유지관리 상태 등에 따라 교통축의 중요도가 바뀔 것으로 예상된다. 그러므로 향후에는 국가가 관리하는 구간과 지방이 관리하는 구간을 구분하기 보다는 필요에 따라 또는 이용자의 요구에 따라 간선기능을 수행하는 교통축을 중심으로 도로의 지정 및 관리가 이루어져야 하며, 도로의 지정 절차나 관리 체계 등을 보다 유연하게 운영할 필요가 있다. 예를 들면 지방도이지만 지역간 연계기능이 강화된 구간은 네트워크 관리 운영 측면에서 국가가 일괄 관리할 수 있고, 필요시 자율주행차량을 위한 ‘전용도로’로 지정·운영될 수도 있을 것이다.

또한 지구온난화 등으로 인한 자연재해와 함께 시설 노후화에 따른 재해재난 등에 대비하기 위한 국가간선도로의 대체·보완축에 대해 별도의 지정 및 관리방안 마련이 요구된다.

(2) 디지털 인프라체계 구축

물리적 인프라와 함께 빅데이터, 드론, AI 등 신기술을 활용한 ‘디지털 인프라’ 관리가 필요할 것으로 예상되며, 이를 위해 “디지털 인프라”체계를 종합적으로 구축하여야 한다. <그림 4-1>의 도시 사례와 같이 이동수단, 주변 토지이용시설물, 물리적 인프라시설, 에너지 인프라 시설들이 정보화로 연계되어지며 이러한 연계를 위해 필요한 정보체계가 무엇인지를 개념화하는 과정이 필요하다. 예를 들면 물리적 인프라시설에서는 고속도로 요금체계, 교통류 관리(Flow Management), 주차장 관련 정보 등이 정보화를 통해 이용이 가능하며, 공유모빌리티를 이용한 교통수단간 환승 등에 대한 다양한 정보 제공 등의 체계를 구축하여 ‘디지털 인프라’ 체계 안에서 수집·가공·운영될 수 있어야 한다.

그림 5-1 | 미래모빌리티 구현을 위한 시설별 요구수준 사례



자료: Deloitte. 2017. The future of mobility: what's next?. p.11

또한 국가가 운영·관리하는 국가간선도로는 국민에게 안전한 서비스를 제공하기 위해 안전성 확보에 집중해야 할 것이다. 사고-Zero를 목표로 하는 도로설계 기준을 마련하고, 도로설계 가이드라인에 대한 지속적인 검토가 필요하다. 향후 자율주행차량 도입에 대비하여 신호체계 점검 기준을 마련하고, 컴퓨터가 인지하는 차선 마킹, 도로 포장 등에 대한 세부기준을 정비하여 국가차원의 운영·관리 기준을 마련하여야 한다.

또한 전기차, 수소차 등 다양한 에너지를 활용한 수단 도입에 대비하여 충전시설을 완비하여야 한다. 고속도로 휴게소를 중심으로 공급예정인 충전시설에 대한 설치 기준을 정비하고, 간선도로변에 설치 기준 등 법제도 정비가 필요하며, 에너지 소비패턴의 변화를 고려하여 충전시설 공급계획과 함께 장기적으로는 도로공간을 이용 한 에너지 하베스팅 기술 등을 접목한 에너지 자립형 도로 건설을 추진하여야 한다.

2. 정부의 역할 및 실천 전략

지금까지 살펴본 국토공간구조의 변화와 기술발전 등을 고려하여 도출한 대응 과제를 기준으로 정부의 역할을 제시하였다.

먼저, 미래 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 국가간선도로에 대한 정부의 역할은 도로이용자가 요구하는 서비스를 제공할 수 있으며, 변화된 제도를 운영하는 제도 운영자이고, 국가가 건설·유지관리 하는 공공 자산을 관리하고, 기술개발 등을 위해 산·학·연의 협력적 공동수행의 협력자의 역할을 담당하게 된다. 따라서 정부의 역할¹⁾을 다음과 같이 서비스 제공자, 제도운영자, 자산 관리자, 공동수행 협력자 등으로 구분하였다.

초고속도로 도입을 위해서 정부는 초고속도로의 시설 공급을 위해 자산관리의 노력과 도로이용자들에게 고속의 교통서비스를 제공하는 서비스 제공자로서의 역할이 요구되며, 설계속도 및 주행속도 상향 조정을 위해 필요한 법·제도 개선을 통해 제도 운영자로서의 역할도 필요할 것으로 예상된다. 특히, 과거 스마트하이웨이 연구개발 사업을 추진한 경험을 가지고 있는 정부는 지금까지 민간에서 개발된 세부 과제별 연구결과 등을 활용하기 위해서 산·학·연의 협력적 공동수행을 준비할 필요가 있다.

국가간선도로의 개념 재정립을 위해서 국가는 관련 도로법 개정 등을 통해 국가간선도로지정 및 운영 등이 가능하므로 국가는 제도운영자로서의 역할을 수행하여야 하며 국내 적용 방안을 마련하여야 한다.

도로 공간의 복합적 활용을 위해서는 국가는 교통혼잡 해소를 위한 서비스를 제공하는 역할과 함께 기존 지하도로 건설에 대한 기술력을 보유한 다양한 민간기업의 기술 노하우를 활용하기 위한 공동협력자로서의 역할이 필요하며, 이를 실천하기 위해 해외 도로공간의 복합적 활용사례를 조사하여 대상 후보지를 검토하고, 지하도로 건설을 위한 법·제도 마련을 우선적으로 시행하여야 한다.

1) 호주 New South Wales주 정부의 2016년 미래 교통기술 로드맵 (NSW Government , 2016. Future Transport Technology Roadmap)의 방법론을 적용하여 기술

기술변화에 대응한 도로관리체계 도입을 위해서 먼저 국가차원의 네트워크 운영 체계 구축에 대한 검토가 이루어져야 한다. 국가는 기존 국가관리 자산의 관리기준을 변경하는 것으로 자산관리자로서의 역할과 함께, 주요 교통축을 중심으로 막힘없는 (Seamless) 균등한 교통서비스를 제공하는 서비스제공자로서의 역할이 요구된다. 전국의 도로를 대상으로 관리주체가 아닌 기능에 따라 분류하여 국가가 관리하는 도로에 대해 지정기준과 함께 동일한 수준의 서비스를 제공하기 위한 관리 기준을 마련할 필요가 있다.

드론, 인공지능 등의 도입으로 도로관리체계는 급격하게 발전할 것으로 전망되며, 도로시설에 대한 세부 정보와 유지관리 관련 다양한 정보를 활용하여 디지털인프라 체계 구축방안을 마련하여야 한다. 디지털 인프라 체계는 국가만의 역할 수행으로는 한계가 있으므로 민간과 협력하는 공동수행자로서의 역할과 새로운 기술의 적용이라는 측면에서 인큐베이터의 입장으로 도로 데이터 고도화 등의 실천방안을 마련하여야 한다.

도로관리 측면에서는 도로 이용자에 대한 안전성 확보를 위한 노력은 지속되어야 하며, 사고예방을 위한 다양한 신기술을 현장에 즉시 적용할 수 있도록 기준 마련의 노력이 필요할 것이다. 에너지 자원의 한계를 극복하기 위해 대체에너지에 대한 관심이 증가하고 있으므로 전기차 또는 수소차 등 다양한 에너지를 활용하기 위한 충전시설 설치와 함께 도로 자체가 대체에너지를 생산할 수 있는 시설로서의 에너지 하베스팅 기술을 활용하기 위한 제도 마련이 필요하다. 이를 위해 정부는 제도 운영자로서의 역할과 민간의 기술개발을 활용하기 위한 협력적 공동수행을 지원하는 역할이 요구된다.

표 5-1 | 국가간선도로의 미래상 구현을 위한 정부의 역할 및 실천 전략

| 구분 | 과제 | 정부 역할 | 실천 전략(안) |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---|
| 정책 : 국가 역할 강화 | 초고속도로 도입 | 자산 관리자 서비스제공자 제도운영자 공동수행 | · 시범축 대상으로 규정속도 상향 조정 및 선형개량 · 초고속도로 건설 검토 |
| | 수요맞춤형 신규 네트워크 공급 | 자산 관리자 서비스 제공자 | · 메가도시권 내 교통수요를 면밀히 조사하여 이를 충족 할 수 있도록 네트워크 보완 |
| | 국가간선도로 개념 재정립 | 제도 운영자 | · 선진국 국가간선망 및 전략도로망 운영현황 파악 및 국내 적용방안 마련 |
| | 도로공간의 복합적 활용 | 서비스 제공자 공동수행 | · 해외 도로공간 복합활용 사례 파악 및 국내 후보지 검토 · 관련 법제도 마련 |
| 관리 : 기술변화에 대응한 도로관리체계 도입 | 국가 차원의 네트워크 운영체계 도입 | 자산 관리자 서비스 제공자 | · 도로가 수행하는 기능에 따른 분류기준 마련 · 신기술 발전양상을 파악하여 이를 반영한 도로기능분 류, 지정, 관리 기준 마련 |
| | 디지털 인프라 체계 구축 | 공동수행 | · R&D를 통한 기술 양성 · 관련 민간주체와 협력 · 도로 데이터 고도화 기술 양성 |
| | 안전성 확보 | 제도운영자 | · 신기술 상용화 시 필요한 안전요소를 파악하여 도로시 설기준 마련 |
| | 친환경 수단 도입 기반 마련 | 제도 운영자 공동수행 | · 대체에너지 및 에너지 하베스팅 기술이 활용될 수 있 도록 제도 마련 · 관련 민간분야와 협업 |

자료: 저자 작성

3. 정책제언

1) 정책방향 설정

지금까지 살펴본 국토공간구조의 변화, 미래 환경변화, 전문가 등의 의견을 반영한 도로교통부문 영향 등을 고려할 때 미래에도 대도시권을 중심으로 교통 혼잡은 상존할 것으로 예상하고 있다. 시나리오별 메가도시권, 대도시권역내, 대도시권역간 등 도시를 중심으로 한 교통혼잡은 지속될 것으로 전망되며, 이러한 도시부 혼잡에 대응하기 위한 국가의 역할이 필요하다. 또한 고령자 통행을 지원할 수 있는 자율주행자동차를 이용한 관광지중심의 여가통행도 증가할 것으로 전망하고 있다. 따라서 대도시를 중심으로 증가하는 교통 혼잡과 지방지역의 관광·여가통행 증가 등에 효율적이고 체계적으로 대응하기 위한 정책발굴이 필요할 것이다.

4차산업혁명시대가 가져올 도로교통부문의 변화를 종합적으로 고려할 때 도로시설의 플랫폼(Platform) 기능을 발휘할 수 있도록 계획하여야 한다. 4차산업혁명시대에는 예상 가능한 가치를 효과적으로 연결하는 기능이 강조된다. 도로는 도로 위를 달리는 차량에게 도로 상태, 교통상황, 교차로 신호체계 등의 정보를 제공하기 위한 플랫폼 역할을 기대할 수 있다. 또한 도로와 연결되는 타교통수단간 환승서비스를 제공하기 위해서 터미널 등의 결절점을 중심으로 연계정보를 제공하는 플랫폼이 되어야 한다. 이처럼 도로 위를 운행하는 차량, 이용자, 타교통수단이용자, 주변 시설물 등이 제공하는 다양한 정보의 연계를 위해 플랫폼의 기능이 강조되어야 한다.

지금까지 장래 국가간선도로 정책방향을 설정하기 위해 집중해야 할 내용을 검토하였다. 이러한 정책방향을 실현하기 위해 가장 중요한 국가의 역할은 기술변화에 유연하게 대응할 수 있는 '유연성'을 확보하여야 한다. 앞에서 살펴본 바와 같이 국가간선도로는 단일한 기능 수행만으로는 그 역할이 충분하지 않을 것이다. 이동성과 함께 접근성의 일부 기능도 제공할 수 있으며, 접근성을 제공하지만 간선기능 수행을 기대할 수도 있다.

따라서 기술변화를 도로시설에 연계하기 위한 법·제도적 유연성, 도로의 네트워크 운영 관리를 위해 도로가 수행하는 기능에 따라 유연한 관리운영체계의 도입 등 도로정책 자체의 유연성 확보에 노력을 기울여야 할 것이다.

2) 실천방안 마련

앞에서 설정한 정부의 역할과 입장에 근거하여 세부 실천전략을 수행하기 위한 정책 활용 방안을 제시하고자 하였다. 국가가 자산관리자, 서비스 제공자 역할을 수행해야 하는 세부 과제의 경우 국가 상위계획 등 수립 시 과제내용을 반영하여 정책을 추진하는 방안을 검토하였고, 제도 운영 측면의 정부 역할이 필요한 과제는 법·제도 개선을 통해 정책을 추진하여야 할 것이다. 또한 협력적 공동수행 역할을 위해서는 기존 기술개발 여건을 고려하여 민간 등과 협력적 기술개발 추진을 위한 환경 조성을 제안하였다.

미래 국가간선도로 체계 구축을 위한 정부의 역할을 중심으로 계획수립시 활용, 관련 법·제도 개선, 국가차원의 기술개발 활성화 측면에서의 정책 활용방안을 제안하였다.

(1) 관련 상위계획 등 계획 수립 활용

상위계획 수립 시 급변하는 미래환경, 국토 공간구조 변화 등에 대응한 국가간선도로 발전 방향으로 설정할 수 있다. 국토종합계획, 국가기간교통망계획 등 국가 상위계획에서 다양한 미래 환경변화에 대한 검토가 필요하므로 최근 국내의 문헌검토를 통해 제시한 미래 환경변화와 메가트렌드 등은 향후 도로교통부문의 영향요인을 활용하여 기본방향을 설정할 수 있다.

10년 단위의 국가계획인 국가도로종합계획(도로법 제5조)에서 도로정책의 기본 목표와 추진 전략에 대한 항목으로 국가간선도로의 미래상을 포함할 수 있다. 각 시나리오에 따른 대응과제 가운데 초고속도로 도입 등은 국토 공간구조 변화 등에 대응한 국가간선도로 중장기 발전 방향으로 활용할 수 있다.

(2) 도로법 등 관련 법·제도 개선

국가간선도로 미래상 구현을 위해 도로관련 제도적 기반을 강화하여야 한다. 정부 역할과 정부 입장에 따른 실천 전략의 실현성을 제고하기 위하여 도로법 등의 관련 제도의 추진 근거 및 실행을 위한 역할 정립 등의 기반이 갖추어져야 한다.

먼저, 도로법의 ‘국가간선도로’의 정의에 대한 개정이 요구된다. 고속국도와 일반국도로 한정한 국가간선도로의 구분에서 지방도일지라도 기능이 높은 경우 국가의 역할 강화가 필요한 전략도로망으로 확장하여 정의할 수 있다. 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도 등 관리주체에 의한 구분이 아닌 도로가 수행하는 기능을 중심으로 지정기준을 개선할 수 있다. 특히 장래 완전 자율주행 정착 이전까지 자율주행의 효용을 극대화할 수 있는 ‘전용도로’ 개념을 도입하기 위한 제도개선 방안이 요구된다.

4차 산업혁명 등 기술개발을 지원하기 위한 도로법에서의 지원 근거와 부처별 통합 업무 지원 체계를 마련할 필요가 있다. 미래상 구현을 위한 실천전략의 대부분이 첨단 기술을 접목한 도로시설의 지능화 또는 스마트화가 요구되고 있으므로 이의 실현은 공공보다는 민간부문의 선행적 노력이 중요하다. 민간부문이 공공과 함께 기술개발에 참여하는 제도적 기반을 강화하고 도로시설에 기술이 접목되도록 관련 근거를 제도화하는 것이 필요하다. 이와 함께 신기술의 개발과 적용은 국토교통부 관련 기술만이 아닌 통신, 산업기술 부문 등에 까지 관련되므로 정보통신부, 산업자원통상부 등의 관련 규정을 통합하여 일괄 처리하는 체계를 구축할 필요가 있다.

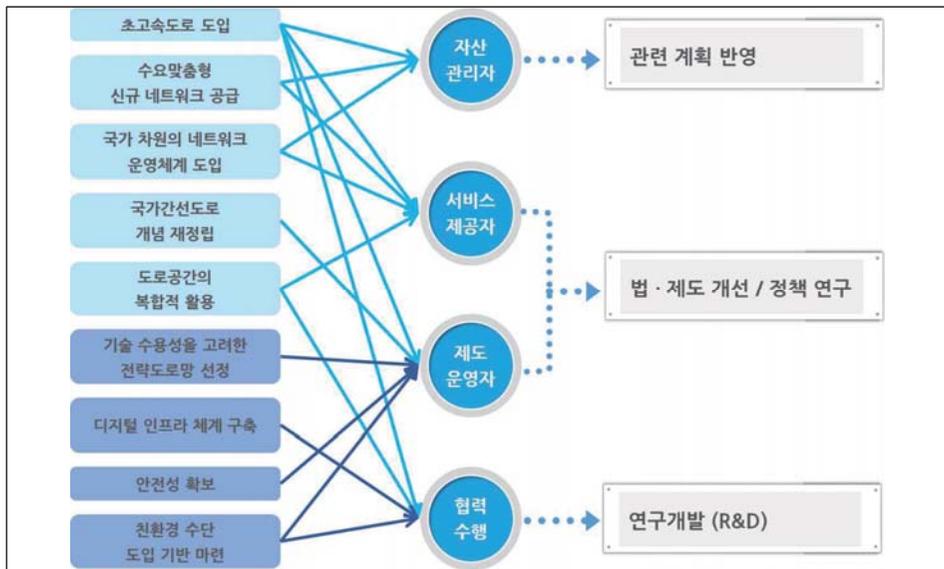
자율주행, AI, 드론 등 기술개발에 따른 도로시설 설계 및 관리 지침 등 개정이 요구된다. 예를 들면 자율주행차량이 주행 가능한 환경을 조성하기 위해 지역간 도로의 교차로를 최소화하여 운영하기 위해 교차로 설치 기준과 교차로 시설 관리 등에 대한 기준을 개정하여야 한다. 또한 자율주행차량에 적절한 차로 폭원을 설정하고 자율주행 차량이 인식 가능한 차로를 유지하기 위해 차로 도색 등 기존 도로관련 유지관리 지침 개정 방안을 검토할 필요가 있다. 또한 안전성을 제고하기 위한 기준과 환경변화에 대응하기 위한 도로 포장 관련 신기술 상용화에 필요한 도로시설 기준 등에 대한 재정이 요구된다.

(3) 시범사업 등을 통한 연구 및 기술개발 활성화

실천전략에서 제시한 과제들 가운데 민간이 개발 중인 기술개발 분야에 대해 정부의 협력적 참여체계 마련이 필요하다. 도로시설 모니터링 체계 구축에 활용 가능한 신기술 등의 기술현황 조사를 시행하여 산학연 협력연구를 위한 국가차원의 연구개발 사업을 활성화하여야 한다.

노선별 또는 특정 지역별 시범사업의 실시를 통한 교통축/도시권 차원으로 사업을 확대하고, 국가간선도로의 도로 시설에 관련 첨단정보통신기술을 접목하려면 다양한 관련 부처와 지자체 등이 관련되고 일정 예산이 수반되므로 시범사업을 우선 실시하여 관련 제도의 개선사항과 시행착오를 줄일 수 있는 대책을 마련하여야 한다. 이러한 특정 노선 또는 지역의 시범사업 시행 결과를 토대로 교통축 또는 대도시권 차원으로 확대하여 불필요한 예산 사용의 억제와 국가간선도로 미래상 구현 정책 시너지 효과를 도모하여야 한다.

그림 5-2 | 대응과제 별 정책활용방안



자료: 저자 작성



6

CHAPTER

결론

- 1. 연구 요약 | 121
- 2. 향후 연구과제 | 124

결론

본 장에서는 지금까지 연구의 결과를 요약하고 국가간선도로 미래상을 구현하기 위한 향후 연구에 대한 내용을 정리하였다.

1. 연구 요약

1992년부터 추진중인 전국간선도로망(7×9)계획은 2020년 목표 전구간 완공이후 도로의 기능과 역할에 대한 지속적인 논의가 요구되고 있다. 전국간선도로망계획은 제3차 국토종합계획에서 처음 제시된 도로부문의 마스터플랜으로 남북 7개축과 동서 9개축의 격자형 가로망계획을 제시하였고, 2017년 현재 고속도로 4,193km가 완공되어 있고, 2020년까지 5,131km 건설을 목표로 하고 있다¹⁾. 목표연도 2020년을 눈앞에 두고 있는 현재 시점에서 전국간선도로망계획 완공이후 도로사업은 어떤 방향으로 추진할 것인가에 대한 고민이 필요한 시점이다.

'90년대 이후 서울, 부산, 대구 등 기존 중심지의 자체 인구는 줄어든 대신, 주변 도시의 인구가 늘어 기존 대도시 중심의 거대 광역권이 형성되고 있다. 광주, 전주, 구미, 원주 등 혁신도시 및 세종시를 중심으로 인구성장이 이루어지고 있고, 그 외 지역에서는 인구가 감소하는 형태를 보이고 있다. 따라서 광역권 내 연결 및 신성장거점 등과의 효율적 연계를 위한 간선망 등 지역발전 지원 요구가 증대하고 있는 실정이다.

7×9 격자형 간선망 계획 이후 국토공간구조 등 여건변화에 따른 탄력적 대응이 미흡하였다. 특히 대도시권 광역화, 광역경제권 등의 형성에 대응하기 위한 대도시권 순

1) 국토교통부, 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016-2020)

한고속도로 계획을 수립하였으나, 원활하게 추진되지 못하여 현재까지도 대도시권의 혼잡은 지속되고 있다. 최근 급격한 인구감소 가속화와 4차 산업혁명시대 등 사회경제 전반의 환경변화에 유연하게 대응할 수 있는 계획이 요구된다. 고령화 인구의 증가, 자율주행 등 신기술로 인한 통행패턴의 변화가 전망되며, 한반도 통일 이후 도로 건설의 기틀을 마련하기 위해 기존 국가간선도로의 정비방안을 제시할 필요가 있다. 도로 교통부문의 급변하는 환경에 대응할 수 있는 다양한 미래 시나리오를 고려한 도로교통 수요 예측을 통해 미래지향적 교통계획 수립이 필요하다.

메가트렌드 등 미래 사회변화를 거시적으로 예측하기 위해 일반적으로 사용되는 방법론으로는 메타분석²⁾, STEEP(Society, Technology, Economics, Ecology, Politics)³⁾, 환경스캐닝(Environmental scanning)⁴⁾, 퓨처스휠(Futures wheel)⁵⁾ 기법 등이 있다. 이 중 STEEP 분석은 외부요인이 어떻게 영향을 미칠 것인가를 평가하는 방법으로 의사결정 또는 미래 전략을 수립하기 전에 외부의 힘을 고려하는데 유용한 기법으로, 본 연구에서는 교통분야 외부에서 영향을 미치는 핵심요인을 도출하고 그 영향을 살펴보기 위해 활용하였다.

미래 연구보고서 14종, 미래 사회 전망 보고서 8종을 대상으로 STEEP 분석을 시행하였고, 19건의 국내외 관련 논문 및 연구보고서를 대상으로 국토교통부 미래환경 변화를 분석하였다. 그 결과 5개 영역에서 11개의 메가트렌드와 27개의 세부 변화요인을 도출하였다. 사회 영역은 인구구조 변화, 가치 변화, 도시 양극화, 기술 영역 기술 변혁의 가속화, 경제 영역은 경제 글로벌화, 산업구조 변화, 저성장사회, 디지털 경제, 환경 영역은 기후변화 심화, 환경 중요성 증대, 정치 영역은 안보 및 거버넌스 환경 변화 등으로 도출되었고, 이후 전문가를 대상으로 설문조사 결과 국가간선도로의 수요 및 기능과 연관성이 높은 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인을 본 연구의 미래 변화요인으로 선정하였다.

2) 기존 문헌에서 제시한 미래 환경변화 내용을 종합적으로 분석하는 방법론

3) 전략적 의사결정을 위해 사회, 기술, 경제, 환경, 정치분야로 분류하여 변화를 분석하는 방법론

본 연구의 도로교통분야 변화 분석과 간선도로의 미래상 도출은 국토 공간구조 재편에 대한 시나리오(이용우 외, 2014)에 기반하고 있다. 이는 지금까지의 도로계획이 국가의 공간계획과 국토개발을 뒷받침하고, 개발이 집중된 지역과 그렇지 않은 지역 사이에 이동성과 접근성에 있어서의 격차를 줄일 수 있도록 추진되어 온 것과 맥락을 같이 한다. 따라서 본 연구의 결과에서는 국토 공간구조 재편 시나리오에 대해 각각의 계획·개발 기초를 효율적으로 뒷받침할 수 있는 간선도로의 역할과 각 시나리오에서 상대적으로 낙후될 수 있는 지역의 이동성과 접근성을 보완할 수 있는 방안을 제시하였다.

본 연구에서 국가간선도로 미래상의 개념을 ‘미래 환경변화 가운데 도로교통부문 관련 변화를 고려하여 대응 가능한 도로정책의 발전방향을 제시하는 것’이라 설정하여 과제 1. 도로교통수요가 계속 증가할 것인가?, 과제2 국가간선도로의 기능은 어떻게 바뀔 것인가? 라는 두 가지 측면의 과제를 해결할 수 있는 국가간선도로의 미래상을 도출하고자 하였다. 먼저 앞에서 설정한 6개 메가트렌드와 18개 세부 변화요인에 대해 전문가를 대상으로 수요의 변화와 기능의 변화 정도를 조사하고, 조사결과의 검증과 국토 공간구조 변화에 대응 가능한 국가간선도로 미래상의 정책방향을 조사하였다. 이 결과를 바탕으로 시나리오별 예상되는 교통수요 변화와 그 효과 정도를 분석하였다. 국토공간구조 변화 시나리오별 도로교통수요 측면과 도로기능의 변화를 고려한 예상 문제점을 도출하여 이를 개선하기 위한 국가간선도로의 과제와 역할을 정립하였다.

먼저 시나리오 1(국가 역할 강화) 국가의 역량 강화를 위해 초고속도로 교통수단의 도입시 초고속도로 건설을 통해 장거리 통행을 분담하는 방안과 함께 도로공간의 복합적 활용 방안 마련이 필요하다고 판단하였다. 다음 시나리오 2(간선서비스 유지 및 관리) 간선기능의 유지관리를 위해서는 주요 대도시간을 연결하는 기존 국가간선도로의 간선기능 유지와 함께 이용률이 저조한 노후 도로시설에 대한 최소한의 이동 및 접근 서비스 제공을 위한 유지관리 노력이 필요하다고 판단하였다. 시나리오 3(분산과 집중) 전국의 지역간 통행의 차별 없는 서비스를 제공하기 위해 지방도 이하의 도로 가운데 간선기능을 수행하는 도로 등을 중심으로 선택과 집중을 통한 전략적 관리방안 마련

이 필요하다. 시나리오 4(기능 다각화) 도로 기능의 다각화에서는 초연결시대에 대비하여 국가중심의 디지털인프라 체계 구축과 함께 지상과 지하 및 상부공간까지 복합적인 활용이 요구되어진다. 이와 같은 국가간선도로 미래상을 중심으로 정책적 측면의 국가 역할 강화 방안과 관리측면의 기술변화에 대응한 도로관리체계 구축을 위한 과제를 도출하고, 세부 실천전략을 마련하였다. 먼저, 국가 간선도로가 미래 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 정부의 역할은 도로이용자가 요구하는 서비스를 제공할 수 있으며, 변화된 제도를 운영하는 제도 운영자이고, 국가가 건설유지관리 하는 등 공공자산을 관리하고, 기술개발 등을 위해 산·학·연의 협력적 공동수행의 협력자의 역할을 담당하게 된다. 정부의 역할을 서비스 제공자, 제도운영자, 자산 관리자, 공동수행 협력자 등으로 구분하여 세부 추진전략을 제시하였다.

2. 향후 연구과제

본 연구에서는 국토 공간구조 변화를 기존 연구에서 설정한 시나리오로 제한하여 검토하였으나, 전문가 설문조사 등을 통해 고령화, 1인 가구 증가 등의 사회현상이나 도시재생, 스마트시티 등 도시환경의 변화 등을 반영한 최근의 공간구조 변화 동향에 대한 검토가 필요하다.

국가도로망 종합계획의 대상이 되는 고속도로와 일반국도를 대상으로 하는 국가간선도로에 국한한 미래상을 검토하였으나 장래 국토종합계획 등 상위계획을 고려할 때 전국의 모든 도로를 대상으로 도시지역과 비도시지역 등 공간적인 특성과 도로의 특성 등을 감안한 도로의 종합 미래상 도출이 요구된다. 또한 초고속교통수단의 도입에 대해 가정과 전제로 미래 도로교통수요를 반영하였으나, 하이퍼루프는 물론 개인용 비행승용차, 드론 등 미래지향적인 교통수단을 포함하여 다양한 교통수단 도입 등에 따른 영향을 종합적으로 고려한 검토가 필요할 것이다.

국토 공간구조 변화의 네가지 시나리오별 미래 국가간선도로의 역할을 검토하였으나, 실제 미래상이 발생될 것으로 예상되는 구체적인 간선 교통축이나 추가적인 국가

간선도로 노선 대안 등을 도출하지는 못했다. 국가간선도로를 이야기할 때 지금까지는 7×9 간선도로망계획으로 대별되고 있으나 장래 기술발전 등 미래 환경변화와 국토공간구조 변화에 대응하기 위한 신개념의 국가간선도로 ‘망계획’에 대한 요구는 지속되고 있으므로, 향후 보다 구체적인 교통축 분석 등을 통한 추가 노선계획에 대한 연구가 필요할 것이다.

최근 제56회 국정현안점검조정회의(11. 8)에서 논의된 「자율주행차분야 선제적 규제혁파 로드맵」 구축의 내용 가운데 4차 산업혁명 등 신기술 개발 관련 연구개발사업에 대한 전체 내용을 파악하고, 도로부문의 기술개발 관련 연구와 연계하여 보다 구체적인 실천전략 마련에 대한 검토가 필요하다.

참고문헌

REFERENCE



【인용문헌】

- 건설교통부. 1998. 도로정비기본계획(1998~2011)
_____. 1999. 국가기간교통망계획(2000~2019)
_____. 1999. 제4차 국토종합계획(2000~2020)
_____. 2005. 도로정비기본계획 수정계획(2006~2010)
_____. 2007. 국가기간교통망계획(2000~2019) 제1차 수정
국가교통데이터베이스센터(KTDB). 각연도. 전국 지역간 기종점통행량
_____. 2018. 교통수요 분석 기초자료 배포 설명자료
국토교통부. 2013. 도로의 구조시설 기준에 관한 규칙 해설
_____. 2016. 국토교통비전 2045 수립을 위한 연구
_____. 2016. 제1차 국가도로종합계획(2016~2020)
_____. 2017. 제1차 고속도로 건설 5개년 계획(2016~2020)
_____. 2017. 2018년 국토교통부 예산안 39.8조원 편성. 8월 29일 보도자료
_____. 각연도. 도로업무편람
_____. 각연도. 도로교통량통계연보
국토연구원. 2009. 알기 쉬운 국토연구방법론
_____. 2012. 국토공간변화에 대응한 도로정책방향 전문가 토론회 자료집
국토해양부. 2011. 제2차 도로정비기본계획(2011~2020)
대한민국정부. 1971. 국토종합개발계획(1972~1981)
_____. 1982. 제2차 국토종합개발계획(1982~1991)
_____. 1992. 제3차 국토종합개발계획(1992~2001)
_____. 2005. 제4차 국토종합계획 수정계획(2006~2020)

-
- _____. 2011. 제4차 국토종합계획 수정계획(2011~2020)
 미래창조과학부, KISTEP, KAIST. 2015. 10년 후 대한민국: 미래이슈 분석보고서. 서울: 지식공감
- _____. 2016. 10년 후 대한민국: 뉴노멀 시대의 성장전략. 서울: 지식공감
- _____. 2016. 10년 후 대한민국: 이제는 삶의 질이다. 서울: 지식공감
- _____. 2017. 10년 후 대한민국: 4차 산업혁명 시대의 생산과 소비. 서울: 지식공감
- 김종학, 변필성, 김준기, 고용석, 김상록. 2017. 초고속교통망 시대에 대비한 콤팩트 국토 형성방안 연구. 세종: 국토연구원
- 김주영, 박지형, 오재학, 조종석. 2016. 미래 교통수요의 변화 예측. 세종: 한국교통연구원
- 김혜란, 조남건, 정일호, 안흥기, 고용석, 배윤경, 김상록. 2015. 저성장기의 도로교통투자 전략 연구. 경기: 국토연구원
- 도로법. 2014. 법률 제12248호(2014. 1. 14. 전부개정). 제2조
- 박경아, 진광성, 김희경, 박상준, 이선아. 2012. 미래사회 메가트렌드와 교통체계 전망. 경기: 한국교통연구원
- 박상준, 김희경, 주진호. 2012. 자동차 보유대수 장기 전망에 관한 연구. 경기: 한국교통연구원
- 박지형, 김주영, 서창범, 박재희. 2017. 미래 교통수요의 변화 예측과 대응(2차년도). 세종: 한국교통연구원
- 삼정KPMG 경제연구원. 2018. Samjong INSIGHT. Vol. 56
- 오재학, 박지형, 송기한, 홍다희, 정민주. 2016. 교통정책평가 국제협력 연구(2); 미래 불확실성을 고려한 의사결정방법론 연구. 세종: 한국교통연구원
- 이용우, 손학기, 김선희, 김동한, 임상연, 윤영모, 임지영, 강은진, 박정호. 2014. 미래 국토발전 장기전망과 실천전략 연구(Ⅲ). 경기: 국토연구원
- 조남건, 김혜란, 정진규, 김홍석, 김호정. 2014. 메가트렌드에 대응한 교통SOC 정책방향 연구. 경기: 국토연구원
- 조윤숙. 한국국토정보공사 국토정보교육원. 시스템 다이내믹스 이해와 활용 강의자료

(미출판 자료)

- 한국도로공사. 2016. 미래 도로체계 전망을 통한 고속도로 기능 강화 방안 수립. 경기: 도로교통연구원
- 한국도로공사. 2017. 미래성장과제 실행력 제고를 위한 미래전략 로드맵 수립 연구. 경기: 한국도로공사
- 국토교통성(国土交通省). 2015. 교통정책기본계획(交通政策基本計画, 2014~2020)
- Austroad. 2017. Assessment of Key Road Operator Actions to Support Automated Vehicles
- CIHT. 2016. Uncertainty Ahead: Which Way Forward for Transport?
- Deloitte. 2017. Beyond the Noise; The Megatrends of Tomorrow's World
- _____. 2017. The future of mobility: what's next?
- _____. 2017. Think like a Futurist; the Key to Ensuring Organisational Success in an Uncertain Future
- DIRD. 2014. Trends; Infrastructure and Transport 2030
- _____. 2016. Trends→Transport and Australia's Development to 2040 and Beyond
- Fiona McKenzie. 2016. Scenarios for Land Transport in 2040
- KPMG. 2014. Future State 2030: The global megatrends shaping governments
- McKinsey&Company. 2017. The future(s) of mobility: How cities can benefit
- NSW Government. 2016. Future Transport Technology Roadmap
- PWC. 2014. Five Megatrends: and possible implications
- Society of Automotive Engineering. 2018. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles
- Todd Litman. 2006. Changing Travel Demand: Implications for Transport Planning, ITE Journal, Vol. 76, No. 9, pp. 27-33.
- _____. 2016. The future isn't what it used to be: changing trend and their implications for transport planning.

U.S. Department of Transportation. 2015. Beyond Traffic 2045: Trends and Choices. Washington D.C.

Victoria Transport Policy Institute. 2016. The Future Isn't What It Used To Be

【 관련문헌 】

국토해양부. 2011. 국가기간교통망계획(2001~2020) 제2차 수정

기획재정부. 각년도. 국가재정운용계획

정일호, 김호정, 이미영, 정선영. 2008. 전국 도로망체계 발전방안 연구(I). 경기: 국토연구원

Boutou, S. et al. 2015. Urban Mobility at a tipping point. McKinsey Center for Business and Environment.

TRB. 2014. The Effects of Socio-Demographics on Future Travel Demand. NCHRP Report 750 Strategic Issues Facing Transport Volume 6

【 웹페이지 】

‘미래상’ 의미. 네이버 사전검색. <https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/8d18680219c046b9bc225489113cc874>. (2018년 11월 20일 검색).

비즈니스워치. 2017. 격동! 카셰어링① 시장경계를 허물다. 11월 27일, <http://news.bizwatch.co.kr/article/industry/2017/11/27/0007> (2018년 11월 20일 검색)

행정안전부. 주민등록인구현황. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&blId=DT_1B040B3&conn_path=I3 (2018년 11월 20일 검색).

Gartner Hype Cycle 개념. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>. (2018년 11월 20일 검색).

Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies. 2014-2017. <https://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>. <https://www.gartner.com/smarterwithgar>

ner/whats-new-in-gartners-hype-cycle-for-emerging-technologies-2015/. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-trends-appear-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016/>. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>. (2018년 11월 20일 검색).

Hidalgo D., and Zeng H. On the move: Pushing sustainable transport from concept to tipping point. 2013. EMBARQ. <http://thecityfix.com/blog/on-the-move-pushing-sustainable-transport-concept-tipping-point-dario-hidalgo-heshuang-zeng/>. (2018년 11월 20일 검색).

Technology Scales. People Don't. 2015. Digital Transformation & 'New Work' <https://medium.com/work-your-way/technology-scales-people-don-t-cl42826f5ada>. (2018년 11월 20일 검색).

STEEP Analysis. https://ceopedia.org/index.php/STEEP_analysis (2018년 11월 20일 검색).

Walker J. 2018. The Self-Driving Car Timeline - Predictions from the Top 11 Global Automakers. <https://www.techemergence.com/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/> (2018년 11월 20일 검색).

SUMMARY



Future Prospects and Strategies for National Arterial Road

Kim Ho Jeung, Yi Choonyong, Ko Yong Seok, Yoon Seo Youn, Kim Sang Rok

Key words: Future Prospect, Road Policy,
STEEP Analysis, National Arterial Road, Spatial Structure

The National Arterial Road Network Plan, the master plan for the road sector, was proposed in the 3rd Comprehensive National Development Plan in 1992. The National Arterial Road Network Plan aims to complete the construction of the 7×9 national network, which is composed of seven South-North and nine East-West corridors, by 2020, and 4,193 kilometers of the network is completed as of 2017.

More than 25 years have passed since the plan was established, but the responsive revisions of the plan that have been made according to economic growth and its spatial patterns across cities and regions was insufficient. For example, many highways encircling metropolitan cities were built to provide additional capacity for travel demand which increased in almost an explosive manner, but the congestion problem in the metropolitan areas has not been resolved yet. National arterial road plans, when revised for the future, need to

flexibly reflect the multi-faceted changes expected across society to technology in addition to economic growth, such as the rapidly decreasing and aging population, technological shock caused by introduction of self-driving vehicles, and ever-so-fluctuating political situation of the Korean Peninsula.

These plans should be developed addressing possible future scenarios taking account for various trends mentioned above. In order to predict macro-level changes in society in the future, STEEP (Society, Technology, Economics, Ecology, Politics) analysis was used to derive key factors affecting the road sector and to examine their impact.

This study analyzes the changes that need to be made for updating the national arterial road plans and envisions the future of arterial roads based on the scenarios for realignment of the spatial structure of the national territory from one of the recent report of KRIHS (Lee, 2014). Policy implications are also developed aiming at enhancement of mobility and accessibility in underdeveloped areas, and the roles of national arterial roads are suggest in different parts of the country depending on the scenarios.

Six megatrends and 18 factors and their implications on travel demand and required functions of arterial roads are examined by experts. Based on this result, roles of national arterial roads and measures to develop them in the future are derived for each scenario.

For Scenario 1, there are needs to enhance the function of arterial roads regarding long-distance travel and provide high speed service comparable to other high-speed transportation system such as rapid rail and to open road spaces for mix-use to enhance the nation's capability. Next, Scenario 2 requires efforts to maintain the function of the arterial road to connect metropolitans. For Scenario 3, strategic management measures characterized as choice and concentration are needed to provide a non-discriminatory service between

regions. Scenario 4 requires the establishment of a digital infrastructure in preparation for the hyper-connected era, as well as a combination of ground, underground and upper space.

With the focus on the future prospects for national arterial roads, this report proposes enhancing the role of the national government and developing a comprehensive road management system in order to cope with the changes of technology. Action strategies are also provided to support the policy implications effectively.



1. 델파이 설문조사지 및 결과

□ 1차 델파이 설문조사지

| 『2040 국가간선도로의 미래상 연구』에 관한 전문가 델파이 조사 |
|---|
| <p>안녕하십니까?</p> <p>국무조정실 산하 국책연구기관인 국토연구원에서 수행하고 있는 “2040 국가간선도로의 미래상 연구”와 관련하여 미래 도로상을 정립하기 위한 전문가 델파이 조사를 수행하고 있습니다. 이번 조사는 그 첫 번째로 미래 국가간선도로의 변화 방향에 대한 전문가의 의견을 듣고자 합니다.</p> <p>잠깐 시간을 내서 응답하셔서 오는 6월 27일(수)까지 보내주시면 연구에 큰 도움이 될 것입니다. 간단한 설문이니 부디 응해주실 것을 요청드리며, 귀하의 고견은 미래 도로정책 방향을 설정하는데 귀중한 자료로 활용됩니다.</p> <p>개인정보 및 응답해 주신 모든 내용은 통계분석 목적 외에는 다른 용도로 활용되지 않으며, 통계법(제33조 비밀의 보호)에 의거하여 엄격히 보호됩니다.</p> <p>감사합니다!</p> <p style="text-align: right;">2018년 6월</p> <p style="text-align: center;">연구책임자 : 국토연구원 국토인프라연구본부 김호정 선임연구위원(전화: 044-960-0344) 김상록 연구원(전화: 044-960-0383)</p> |

| |
|--|
| <p>< 국가간선도로의 정의 > 도로법 제2조(정의) ㉓, ㉔항</p> <p>3. “국가도로망”이란 제10조 각 호에 따른 고속국도와 일반국도, 지방도 등이 상호 유기적인 기능을 발휘할 수 있도록 체계적으로 구성한 도로망을 말한다.</p> <p>4. “국가간선도로망”이란 전국적인 도로망의 근간이 되는 노선으로서 제10조제1호에 따른 고속국도와 같은 조 제2호에 따른 일반국도를 말한다.</p> |
|--|

| |
|--|
| <p>< Q1. > 20년후 국가간선도로는 어떤 모습으로 변화되어야 한다고 생각하십니까? (사회경제기술환경정치 등 다양한 변화를 고려하여 간단히 한 단어의 키워드 또는 짧은 문장으로 직관적인 생각을 적어주세요)</p> <p>(답변)</p> <p>■ ○○ ○○○ ○○○○</p> <p>■</p> <p>■</p> |
|--|

□ 2차 델파이 설문조사지

『2040 국가간선도로의 미래상 연구』에 관한
2차 전문가 델파이 조사

안녕하십니까?

국무조정실 산하 국책연구기관인 국토연구원에서 수행하고 있는 “2040 국가간선도로의 미래상 연구”와 관련하여 미래 도로상을 정립하기 위한 전문가 델파이 조사를 수행하고 있습니다. 이번 조사는 그 두 번째로 미래 국가간선도로 변화 핵심요소의 영향 정도에 대한 전문가의 의견을 듣고자 합니다.

본 조사는 기존 1차 조사에 응답을 주신 전문가 분들을 대상으로 시행되며, 다음과 같은 내용으로 구성되어 있습니다.

· 다 음 ·

1. 1차 조사 결과
2. 미래 국가간선도로 핵심요소 선정
3. 2차 델파이 조사 : 핵심요소 1. 도로교통 수요 변화
핵심요소 2. 간선도로 기능 변화

지난 1차 조사를 통해서 다양한 미래 변화 주요요인들을 도출하였고, 이를 바탕으로 '수요의 변화'와 '기능의 변화'라는 미래 국가간선도로 핵심요소를 선정하였습니다. 이에 대하여 본 조사에서는 **주요 요인별로 미래 도로의 수요와 기능에 어느정도 영향을 미칠지 조사**하고자 합니다. 주어진 자료를 확인하시고 **4~5페이지의 조사표에 응답**하여 주시기 바랍니다.

개인정보 및 응답해 주신 모든 내용은 통계분석 목적 외에는 다른 용도로 활용되지 않으며, 통계법(제33조 비밀의 보호)에 의거하여 엄격히 보호됩니다.

감사합니다.

2018년 9월

설문에 응답에 주셔서 대단히 감사합니다.

3. 2차 델파이 조사 : 핵심요소 1. 도로교통 수요 변화

| 구분 | | 도로교통 수요 변화 | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------|-------|----|-------|----|----------|----|-------|----|-------|----|----------|
| | | 동행인도 | | | | | 동행거리 | | | | | | |
| | | 감소 | 약간 감소 | 보통 | 약간 증가 | 증가 | 변화율 (±%) | 감소 | 약간 감소 | 보통 | 약간 증가 | 증가 | 변화율 (±%) |
| 인구구조 변화 | 저출산·고령화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 1인 가구 가속화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 가치변화 | 개인 삶의 질 증시 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 소비욕구 다양화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 공유경제 심화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 도시 양극화 | 메가시티 확대 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 비 대도시권 쇠퇴 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 기술 변혁의 가속 | 자율주행 도로 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 초고속열차, 하이퍼튜브 등 초고속수단 도입 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 디지털화, 초연결사회 도래 (스마트워크, 화상회의, P2P 등) | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 경제 글로벌화 및 산업구조 변화 | 글로벌 경제 협력 확대 및 통합 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 산업/기업/지역/직종간 양극화 심화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 저성장사회로 경제 역동성 약화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 환경 중요성 및 에너지 위기 | 에너지 생산, 저장 도로 등 친환경도로 개발 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 재난 및 재해 증대 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 에너지 부족 및 가격상승 영향으로 에너지 소비패턴 변화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 안보 및 거버넌스 환경변화 | 남북한 협력 증진 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 초국경 간선 물류체계 구축 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 국제사회 다극화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| 운영 및 유지관리 | 도심을 중심으로 공유시스템 적용 및 확산 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 도로의 상부 및 지하공간 복합활용 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |
| | 자율주행을 고려한 신규 도로등급 체계 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | % |

* 여기서 도로교통 수요 변화는 국가 차원의 총량적인 변화를 의미함

3. 2차 델파이 조사 : 핵심요소 2. 간선도로 기능 변화

| 구분 | | 간선도로 기능 변화 | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|------------|-------|----|-------|-----|
| | | 이동성 | | | | 접근성 |
| | | 강조 | 약간 강조 | 보통 | 약간 강조 | 강조 |
| 인구구조 변화 | 저출산·고령화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 1인 가구 가속화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 가치변화 | 개인 삶의 질 중시 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 소비욕구 다양화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 공유경제 심화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 도시양극화 | 메가시티 확대 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 비 대도시권 쇠퇴 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 기술 변혁의 가속 | 자율주행 도로 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 초고속열차, 하이퍼튜브 등 초고속수단 도입 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 디지털화, 초연결사회 도래 (스마트워크, 화상회의, P2P 등) | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 경제 글로벌화 및 산업구조 변화 | 글로벌 경제 협력 확대 및 통합 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 지식 및 서비스 산업 중심의 경제구조 개편 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 산업/기업/지역/직종간 양극화 심화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 저성장사회로 경제 역동성 약화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 환경 중요성 및 에너지 위기 | 에너지 생산, 저장 도로 등 친환경도로 개발 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 재난 및 재해 증대 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 에너지 부족 및 가격상승 영향으로 에너지 소비패턴 변화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 안보 및 거버넌스 환경변화 | 남북한 협력 증진 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 초국경 간선 물류체계 구축 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 국제사회 다극화 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| 운영 및 유지관리 | 도심을 중심으로 공유시스템 적용 및 확산 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 도로의 상부 및 지하공간 복합활용 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |
| | 자율주행을 고려한 신규 도로등급 체계 | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① |

기본 18-01

2040 국가간선도로의 미래상 연구

연구진 김호정, 이춘용, 고용석, 윤서연, 김상록

발행인 강현수

발행처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

인쇄 2018년 11월 27일

발행 2018년 11월 30일

주소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전화 044-960-0114

팩스 044-211-4760

가격 7,000원

I S B N 979-11-5898-382-6

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2018, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주시시오.

김호정, 이춘용, 고용석, 윤서연, 김상록. 2018. 2040 국가간선도로의 미래상 연구. 세종: 국토연구원.

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

2040 국가간선도로의 미래상 연구

Future Prospects and Strategies for National Arterial Road



제1장 서론

제2장 국가간선도로 구축 성과와 과제

제3장 미래 환경변화와 도로교통부문의 영향

제4장 국가간선도로 미래상 전망

제5장 국가간선도로 미래상 구현을 위한 정책제언

제6장 결론



KRIHS 국토연구원

(30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5 (반곡동)

TEL (044) 960-0114 FAX (044) 211-4760

