

경부고속도로 개통 50년의 사회경제적 직접효과 평가 연구

A Study on the Socio-economic Direct Effects of the Opening of the Gyeongbu Expressway for 50 Years

유 다 영* · 박 병 훈** · 홍 정 열*** · 최 윤 혁**** · 손 의 영***** · 박 동 주*****

* 주저자 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정
 ** 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 학사과정
 *** 교신저자 : 서울시립대학교 교통공학과 연구교수
 **** 공저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 수석연구원
 ***** 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 교수

Dayoung Yoo* · Byeonghun Park** · Jungyeol Hong*** · Yoonhyuk Choi****
 · Euiyoung Shon***** · Dongjoo Park*****

* Master, Dept. of Transportation Eng., The University of Seoul
 ** Undergraduate, Dept. of Transportation Eng., The University of Seoul
 *** Research Professor, Dept. of Transportation Eng., The University of Seoul
 **** Senior Researcher, Korea Expressway Corporation Research Institute
 ***** Professor, Dept. of Transportation Eng., The University of Seoul
 † Corresponding author : Jungyeol Hong, jyhong9868@uos.ac.kr

Vol.20 No.1(2021)

February, 2021
 pp.119~131

pISSN 1738-0774
 eISSN 2384-1729
<https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.1.119>

Received 18 December 2020
 Revised 31 December 2020
 Accepted 12 January 2021

© 2021. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

경부고속도로는 서울과 부산을 연결하는 국토대동맥으로써 여객과 화물수송의 역할 뿐 만 아니라 산업과 도시발전에 영향을 주었다. 본 연구는 1970년 개통한 경부고속도로가 사회경제적으로 미친 직접적인 효과를 정량적으로 도출하였으며, 보다 신뢰성 있는 결과도출을 위하여 과거 시점의 네트워크 구축 및 O/D교통량추정, 편익계수의 보정방법론을 제시하였다. 1970년 당시 경부고속도로가 미건설된 경우, 경부고속도로 개통이 10년 지연된 경우, 세계은행의 제안과 같이 경부고속도로 대신 서울~대전, 또는 서울~강릉 간 유료도로가 개통되는 경우의 시나리오를 설정하였으며, 각 시나리오와 현재의 차량운행비용, 통행시간비용, 교통사고비용, 환경오염비용을 산정·비교하여 직접편익을 추정하였다. 분석 결과를 통해 1970년 경부고속도로 개통은 10년 지연되었을 때와 비교하여 약 351조의 직접편익이 발생하는 것으로 추정되었으며, 이는 당시 경부고속도로 건설사업 추진이 우리나라 사회경제에 막대한 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

핵심어 : 경부고속도로, 직접효과, 편익, 도로 네트워크, O/D교통량

ABSTRACT

This study quantitatively derived the direct socio-economic effects of the Gyeongbu Expressway, which opened in 1970, and suggested a methodological approach for more reliable results. The scenario was set when the Gyeongbu Expressway was not constructed in 1970, the opening of the Gyeongbu Expressway was delayed by 10 years, and the toll road between Seoul and Daejeon, or between Seoul and Gangneung was opened instead of the Gyeongbu Expressway as suggested by the World Bank. In addition, direct benefits were estimated by calculating and comparing the current vehicle operating costs, travel time costs, traffic accident costs, and environmental pollution costs. As a result, it was estimated that about 351 trillion won in direct benefits occurred, and it can be

seen that the promotion of the construction project of the Gyeongbu Expressway at that time had a huge impact on South Korea's social economy.

Key words : Gyeongbu Expressway, Direct effects, Benefit, Roadway network, O/D estimation

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

고속도로는 국가의 주요한 사회간접자본시설로서 도로 이용자뿐만 아니라 물류산업 등 사회 전반에 걸쳐 직간접적 영향을 미치고 있다. 예를 들어 고속도로 건설은 도시 간을 최단거리·최단시간으로 연결함으로써 사람의 통행시간과 화물의 물류비용을 감소시켜 생산성을 향상시킬 뿐만 아니라, 고속도로와 인접한 지역의 도시화를 촉진하고, 국토이용의 효율성을 증가시킨다(Bruinsma et al., 1997; Gkritza et al., 2008; Surahyo and El-Diraby, 2009; Ye et al., 2017). 이러한 고속도로 건설 효과는 직접효과와 간접효과로 구분할 수 있다. 직접 효과는 고속도로 이용자에게 발생하는 효과를 의미하며, 고속도로 건설로 인한 통행시간 절감, 유류비 절감, 교통사고 감소 등이 이에 해당한다. 반면에, 간접효과는 파생효과로서 고속도로 이용자 이외에 사회 전체적으로 발생하는 사회·경제적 효과이며, 고속도로 건설에 따른 고용의 증대, 인근지역의 소득 및 인구 증가, 기반산업의 성장 등으로 평가할 수 있다(Boarnet, 1996; Al-Thani et al., 2018). 일반적으로 국내에서는 고속도로 건설의 타당성을 평가하기 위하여, 건설 사업 이전에 고속도로 건설로 인한 장래의 직·간접효과를 추정한다. 따라서 고속도로 건설의 직접효과 분석은 장래의 교통이용자들의 편익을 추정하는 형태로 적용되어 왔으며, 이미 건설되어진 고속도로의 효과평가에 대한 분석은 드문 실정이다.

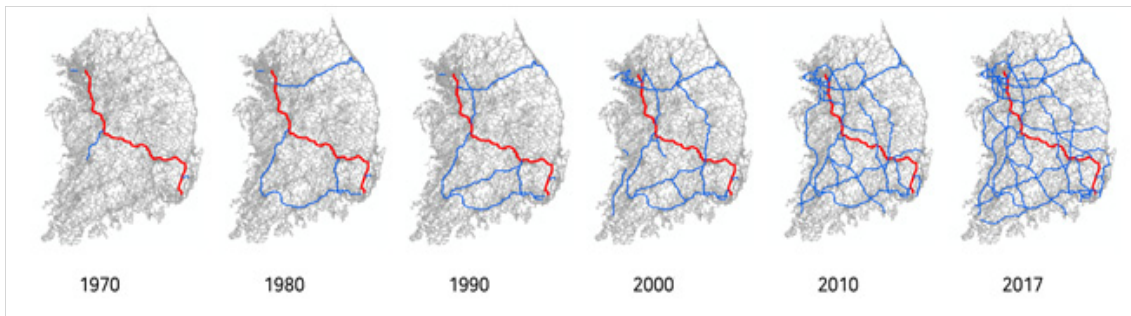
본 연구의 주요 목적은 우리나라의 국토대동맥 역할을 담당하는 경부고속도로의 개통 50주년을 맞이하여 그동안 경부고속도로의 개통으로 발생된 직접효과를 정량적으로 도출하는 데에 있다. 경부고속도로는 서울과 부산 간을 연결하는 고속국도 제1호선으로 국내 1인당 GDP가 253달러에 불과하였던 1970년 7월 완전 개통되었다. 경부고속도로 개통으로 여객 및 화물통행시간의 단축, 주행비용·물류비용 절감 등의 효과가 발생되었고 이는 더 나아가 산업발전을 통한 국가 경제발전으로 확대되어 왔다. 당시 토목기술과 장비 부족의 기술적 여건, 국민소득의 경제적 여건 등의 한계에도 불구하고 도전적인 고속도로 건설 사업이 국가 경제성장을 견인한 경부고속도로의 건설 추진은 현재 경제발전을 위해 도약하려는 동남아시아, 중동 등 개발도상국들에게 고속도로 건설과 경제발전 간의 연관관계에 대한 구체적인 시사점을 제공할 수 있다.

그러나 1970년 이후로 경부고속도로의 개통이 우리 사회에 얼마만큼의 직접적 이익을 가져왔는지에 대한 정량적 수치는 현재 알 수 없는 실정이며, 1970년부터 2000년 사이의 O/D통행량, 도로 네트워크, 사회경제지표 등의 과거데이터 수집의 한계로 지난 50년간의 직접효과를 추정하는 데에는 여러 가지 어려움이 존재한다. 따라서 본 연구에서는 첫째, 과거 데이터 및 직접효과 편익추정에 필요한 원단위 등을 보정·추정하는 방법론적인 틀을 제시하고 둘째, 경부고속도로 개통의 다양한 시나리오를 고려하여 경부고속도로 개통시점인 1970년부터 현시점까지의 총 직접효과 편익을 추정하는데 주요 초점을 맞추었다.

2. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 경부고속도로를 중심으로 하되, 전국 고속도로, 국도, 지방도 등도 함께 분석에 고려하도록 하였다. 또한 우리나라 도로 네트워크에서 물리적으로 분리되어 있는 제주도를 제외한 전국 시군구 지역을 분석 대상으로 포함하였다.

시간적 범위는 경부고속도로가 개통된 1970년을 기준연도로 하되 최근 데이터 수집 및 구득이 가능한 2017년까지를 분석연도로 설정하였으며, 10년(1970년, 1980년, 1990년, 2000년, 2010년, 2017년) 단위로 구분하여 총 6개의 분석 시점을 설정하였다. <Fig. 1>은 본 연구에서 설정된 시공간적 범위를 보여준다.



<Fig. 1> Temporal and spatial scope

II. 관련 연구

1. 관련 연구 분석

국내에서는 본 연구의 내용과 유사하게 과거 고속도로 건설에 대한 직접효과를 추정하는 사례를 찾아보기 어렵다. 다만 고속도로 사업효과를 분석한 몇 가지 사례가 있다. Kim(2013)의 연구에서는 경부고속도로는 통행시간 및 거리를 단축하는데 기여하였으며 경부고속도로 건설 전 서울에서 부산까지 약 15시간 소요되었던 통행시간이 경부고속도로 건설 후 약 5시간으로 감소한 것을 주요 효과로 제시하였다. 특히 2008년 경부고속도로를 이용하여 서울-부산 간을 통행할 경우 약 4시간 20분이 소요되어 약 71.13%의 통행시간 절감효과가 나타났다는 것을 증명하였다. 차량통행시간의 단축은 이용자들의 통행시간을 가치화하여 편익을 산정할 수 있다. 한국도로공사의 고속도로 노선별 사업효과 분석 연구(Korea Expressway Corporation, 1999)에서는 1999년을 기준으로 전국 고속도로에 걸쳐 발생하는 통행시간비용은 3조 7천억 원 이상이며, 기존의 고속도로가 모두 건설되지 않았을 경우와 비교하였을 때, 편익이 약 14.6% 증가되는 것으로 분석되었다. 노선별로 비교했을 때 경부선의 건설로 인한 편익이 가장 크게 나타났으며 남해선, 경인선, 호남선, 영동선, 중부선, 구마선 순으로 나타났다.

위의 기존 연구들에서 제시한 바와 같이 고속도로 개통은 통행시간절감 효과뿐만 아니라 유류비 절감, 사고절감 등과 같은 다양한 부분에서 효과가 나타난다. 경부고속도로가 없다는 가정 하에 설정된 평가 대안을 현재 경부고속도로가 있을 경우와 비교한 직접효과를 물질적 가치로 환산하면 1994년 기준 GDP의 약 2.72%이다. 경부고속도로의 건설로 인하여 차량운행거리는 8.7% 감소하여, 차량통행시간 20.4%, 휘발유 소

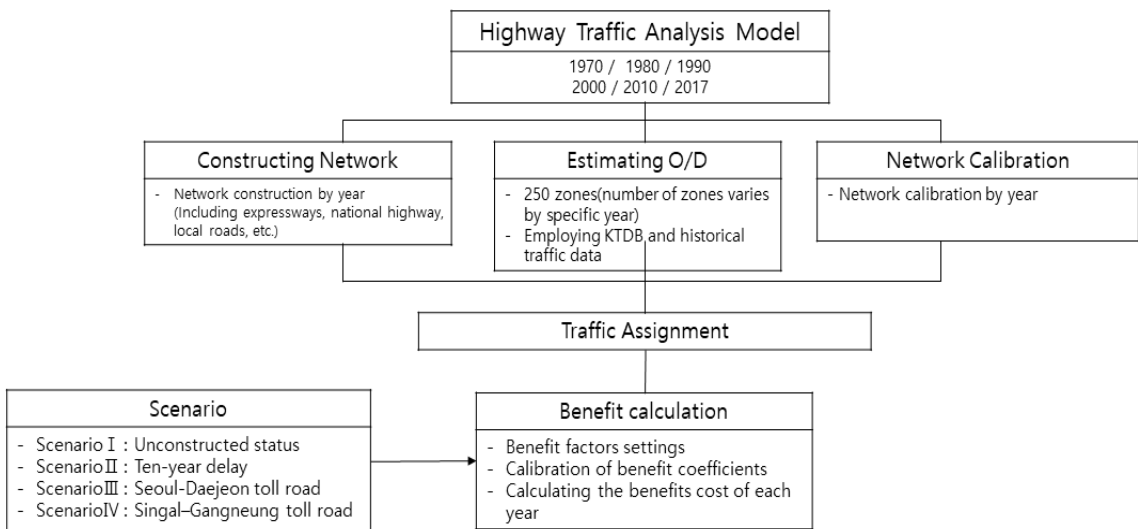
비량 18.3%, 경유 소비량 24.9% 절감의 효과를 갖는 것으로 추정되었다. 1995년을 기준으로 경부고속도로가 미개통 되었을 경우와 이러한 효과들을 비교하였을 때, 경부고속도로의 건설은 약 13조 3815억 원의 편익을 발생하였으며, 2000년을 기준 산정하였을 때 약 13조 5515억 원의 편익이 발생하는 것으로 도출하였다(Korea Research Institute for Human Settlements, 1995). 또한 경부고속도로뿐 만 아니라 우리나라에 고속도로가 건설 되지 않았을 경우와 비교할 경우 고속도로 건설의 효과는 2010년 기준 연간 약 119조 6767억 원의 편익이 발생하는 것으로 제시하였다(Korea Research Institute for Human Settlements, 2013).

이러한 기존 연구들은 과거 시점의 고속도로 건설의 직접효과를 정량적으로 산출하기 위하여, 과거 시점의 도로 네트워크와 O/D 통행량 데이터를 구축하였으며, 국가교통DB(KTDB) 구축 사업에서 제시하고 있는 2002년 도로네트워크를 기반으로 여섯 개의 각 분석연도의 도로 네트워크를 재구축하였다. 또한 편익 산출을 위한 원단위는 일반적으로 소비자물가지수를 반영한 것을 알 수 있다.

2. 기존 연구와의 차별성

기존의 관련 연구들을 고찰한 결과, 1970년 개통된 경부고속도로는 통행시간절감, 유류비 절감 등 도로이용자들에게 직접적인 편익을 주었다는 것을 알 수 있다. 이러한 기존 연구들은 주로 경부고속도로가 건설되었을 때 통행시간의 단축정도를 이용하여 편익을 정량적으로 산출하고, 경부고속도로가 건설되지 않은 시나리오를 가정하여 단기간의 편익을 산출해 왔다. 경부고속도로가 건설된 실제 상황과 건설되지 않은 두 가지 상황의 비교는 단순하고, 분석이 용이하다는 장점이 있다. 그러나 타 지역에 비하여 인구밀도가 높고 도시화 현상이 높았던 서울과 부산을 남북으로 연결하는 고속도로 건설 사업이 수행되지 않았다는 가정은 매우 비현실적이라는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 당시 국내 인프라 개발정책을 다양하게 반영한 4가지 시나리오를 설정하여 경부고속도로 개통부터 현재까지 발생한 총 편익을 산정하였다. 또한, 단기간의 편익이 아닌 1970년부터 2017년까지의 총 50년의 장기간 시간적 범위를 설정하여 경부고속도로 건설이 국내에 미친 전반적인 직접효과를 산출하였다. 본 연구의 분석 과정에서는 선행연구들의 수행과정에서 사용되었던 도로 네트워크 구축 방법을 4



<Fig. 2> Process for estimating the total benefits since the opening of the Gyeongbu Expressway

가지 시나리오에 근거하여 수정·적용하였다. 국가교통 DB에서 제공하는 O/D체계 중 구축 전의 O/D는 각 연도별 교통량 데이터 기반의 시계열 분석을 통하여 각 해당 연도의 O/D를 구축하였으며, 연도별 사회·경제적 변화패턴을 반영하여 편익계수를 재산정 하였다. <Fig. 2>는 총 편익을 산정하기 위한 연구의 분석과정을 보여준다.

III. 방법론

1. 시나리오 설정

본 연구에서는 지난 50년간 경부고속도로 개통의 편익을 산출하기 위하여 다양한 상황을 가정하여 시나리오를 구축하였다. 시나리오는 1970년 경부고속도로 건설 당시의 정책 및 사회현황을 반영하여 총 4가지로 설정하였다.

첫 번째 시나리오(시나리오 I)은 경부고속도로가 미건설된 경우이다. 각 기준시점별로 경부고속도로를 제외한 타 노선들은 실제 건설상황이 같았다고 가정하고 현재 시점에서 경부고속도로의 개통여부만을 고려하여 직접효과를 분석하는 것이다. 그러나 시나리오 I은 서울과 부산 간을 연결하는 중심축이 현재까지 건설되지 않았다는 의미로 다소 비현실적인 시나리오이다. 따라서 1970년 경부고속도로 건설 당시의 정책 및 계획현황을 반영하여 시나리오를 추가 구축하였다. 시나리오 II은 경부고속도로가 지연되어 건설된 시나리오이다. 경부고속도로가 1970년이 아닌 10년 지연되어 1980년에 개통되고, 이로 인해 전국의 모든 고속도로 건설이 10년 혹은 5년씩 지연되어 건설되는 상황을 가정하였다. 이러한 시나리오를 설정한 이유는 1980년 국내 GDP는 650억 달러로, 영국과 일본의 최초 고속도로 건설 당시 GDP인 684억 달러, 694억 달러와 유사하기 때문이다. 이를 바탕으로 경부고속도로가 1970년이 아닌 1980년 개통되는 상황을 시나리오로 가정하였으며 경부선 및 모든 고속도로 개통이 실제보다 10년씩 지연되며, 2000년 이후에는 5년씩 지연되는 상황을 추가하였다. 또 다른 시나리오는 경부고속도로의 대체 노선인 서울~대전 또는 서울~강릉 간 유료도로 건설 시나리오이다. 경부고속도로는 1968년 2월에 착공하여 당시 약 429억 8천만 원의 총 사업비용이 소요되었으며, 이는 당시 국가 총 예산의 1/4를 차지하는 큰 규모였다(Korea Expressway Corporation, 1999). 당시 IBRD(International Bank for Reconstruction and Development)는 경부고속도로 건설의 막대한 재정 투입을 우려하여 경부고속도로를 건설하는 대신, 대안 노선 개발과 함께 순차적으로 경부고속도로의 연장을 확충하는 방안을 제안하였다¹⁾. 이에 IBRD가 제안한 방안을 시나리오화 하였다. 시나리오 III은 당시 IBRD가 제안한 바와 같이 경부고속도로 구간의 일부만 건설한 것으로 서울~대전 구간을 설계속도 80km/h인 유료도로로 건설하는 상황을 가정하였다. 시나리오 IV는 IBRD의 제안사항을 반영하여 1970년 경부고속도로를 건설하는 대신 신갈~강릉 구간을 설계속도 80km/h인 유료도로로 건설하는 상황을 가정하였다.

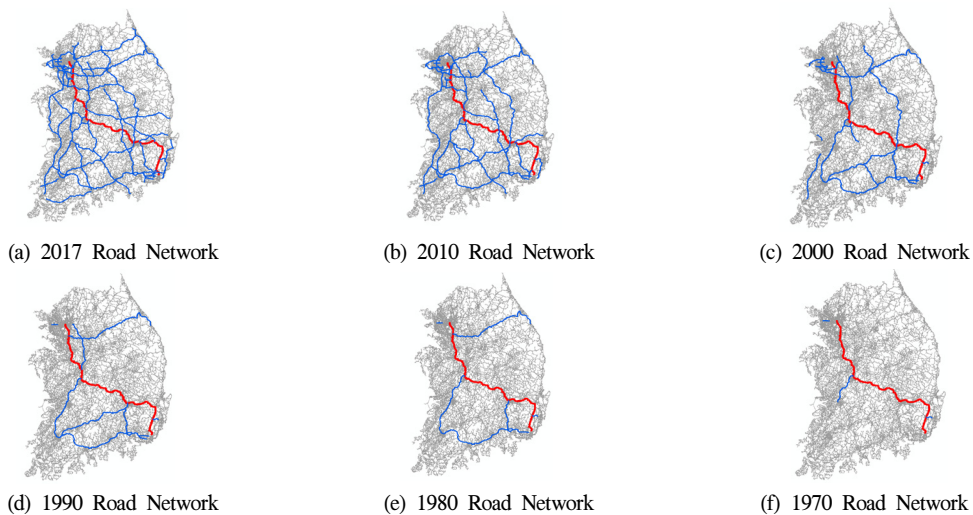
이와 같이 경부고속도로가 1970년 건설된 실제 상황과 가정한 네 가지 시나리오를 바탕으로 직접편익 효과 지표들의 비용을 계산하여 비교하였으며, 계산된 비용의 차이를 편익으로 설정하였다.

2. 네트워크 구축 및 정산

과거에 발생한 편익을 추정하기 위하여 각 연도별·시나리오별 네트워크를 구축하였으며, 10년 단위인

1) 국가기록원, 고속도로건설 타당성조사에 대한 IBRD회신, 1967

1970년, 1980년, 1990년, 2000년, 2010년, 2017년 등 총 6개 연도를 기준으로 당시 네트워크 현황을 반영하여 재구축하였다. KTDB에서 제공하는 네트워크를 바탕으로 각 연도별 도로 개통 및 확·포장 정보를 반영한 후 해당 연도의 도로 네트워크를 구축하고 정산하도록 하였으며 각 기준연도의 네트워크 구축 후, 시나리오에 따라 도로를 제거하거나 추가하는 등 시나리오에 따른 네트워크를 별도로 구축하였다. 이 때, 2017년 네트워크와 2010년 네트워크는 KTDB에서 제공하는 도로 네트워크를 사용하였다. 그러나 KTDB에서는 2002년 이후의 네트워크만을 제공하고 있기 때문에, 2002년 네트워크에서 2001년~2002년 개통된 도로를 제거하여 2000년 도로 네트워크로 재구축하였으며, 1970년, 1980년, 1990년 네트워크는 2000년 도로 네트워크 기반으로 당시 도로 현황조사(1970-2000)를 바탕으로 건설되지 않았던 도로 제거, 확장되지 않았던 도로의 차로 수를 축소하여 각 연도별 당시의 도로 네트워크를 그대로 구축하였다. <Fig. 3>은 구축된 기준연도의 도로 네트워크를 보여준다.



<Fig. 3> Road Networks from 1970 to 2017

도로 네트워크 구축 후, Macro simulation을 통해 도로 네트워크에 통행량을 배정하였다. 배정된 통행량은 관측교통량과 비교하여 통행배정 결과를 검증하였으며, 이를 바탕으로 도로 네트워크를 정산하였다. 먼저, 교통량과 영향권 내 관측교통량을 비교하여 두 교통량 사이의 오차를 산출하였으며, 오차가 허용오차($\pm 30\%$)보다 클 경우, 모형의 네트워크 속성(속도 및 용량)을 보정하거나 센트로이드 위치 및 커넥터를 조정하였다.

3. O/D 통행량 추정

각 교통존(Traffic Analysis Zone) 사이의 통행 유출(Origin)과 통행 유입(Destination)을 나타내는 O/D 통행량을 총 6개 연도를 기준으로 구축하였다. 일반적으로 장래 O/D 통행량을 추정하지만 본 연구에서는 1970년~1990년대의 과거 정보수집이 되어있지 않은 O/D 통행량을 추정해야 한다. 각종개발에 따른 인구유입의 영향을 O/D에 반영하기 위하여 인구나 자동차등록대수와 O/D 변화와의 관계성을 검토해 보았으나, 통계적 유의성이 거의 없는 것으로 분석되었다. 따라서 과거 O/D 통행량을 추정하기 위하여 기준연도의 O/D 통행량을 바탕으로 하였으며 시계열 모형을 통하여 값을 추정하였다.

2017년 O/D 통행량과 2010년 O/D 통행량은 KTDB에서 제공하는 통행량 자료를 사용하였다. 그러나 KTDB에서는 2003년 이후의 O/D 통행량을 제공하고 있기 때문에, 2000년의 O/D 통행량은 KTDB에서 배포하는 2003년 이후의 O/D 통행량들을 활용하여 보간법으로 추정하였다. 1970년, 1980년, 1990년 과거 O/D는 자동차 등록대수, 주민등록인구 수, 종사자 수 등의 사회경제지표와 함께 통계모형을 구축하여 해당 연도의 O/D를 추정하고자 하였으나 지표와 O/D간 상관관계가 매우 낮고, 통계적으로 유의성이 매우 낮은 것으로 나타나 이들 간의 관계를 설명할 수 없다는 한계가 발생하였다. 따라서 본 연구에서는 연도별 O/D 총 통행량(승용차/버스/화물차로 구분)을 이용하여 과거의 시차와 오차에 영향을 받는 시계열 모형을 구축하고, 이를 활용하여 1970년, 1980년, 1990년 O/D 총 교통량을 예측하였다. 시계열모형 구축을 위하여 도로교통량 통계연보(국토교통부)에서 제공되는 과거연도들의 구간별 교통량을 집계하여 반영하였으며, 그 결과 <Table 1>에서 보여주는 바와 같이 연도별·차종별 O/D 통행량을 추정하였다. 1970년 총 통행은 1,682,456 (통행/일)로 2017년 총 통행량의 2.53% 수준이며, 1980년 총 통행량은 6,644,940 (통행/일), 1990년 총 통행량은 19,043,916 (통행/일)로 추정되었다. 1970년 총 통행은 1,682,456 통행이었으며, 화물차 통행은 전체 통행의 약 6%를 차지하였다. 경부고속도로 건설 이후인 1975년에는 총 통행이 1970년 대비 약 2배 증가하였으며, 화물차 통행량이 1970년 대비 약 13배 증가하였다. 경부고속도로 개통으로 화물운송이 편리해짐과 동시에 우리나라 경제성장이 시작되었음을 간접적으로 알 수 있다.

<Table 1> O/D estimation results

(Unit: Trip/Day)

Year	Passenger car	Bus	Freight car	Total	Ratio to 2017
2017	59,288,212	26,306,120	4,513,133	90,107,465	-
2015	56,151,016	22,959,741	4,099,845	83,210,602	92.35%
2010	52,323,433	21,527,352	3,171,300	77,022,085	85.48%
2005	30,322,766	19,737,914	3,133,492	53,194,172	59.03%
2000	25,470,474	13,688,682	3,095,162	42,254,318	46.89%
1995	18,403,393	9,613,859	2,701,792	30,719,044	34.09%
1990	12,575,444	3,847,814	2,620,658	19,043,916	21.13%
1985	7,940,153	1,259,904	1,952,854	11,152,911	12.38%
1980	4,443,624	601,576	1,599,740	6,644,940	7.37%
1975	2,021,062	215,659	1,263,064	3,499,785	3.88%
1970	1,440,723	147,556	94,177	1,682,456	1.87%

4. 편익계수 산정

본 연구는 도로건설 사업의 직접효과분석을 위한 주요 평가항목인 차량운행비용 절감편익, 통행시간비용 절감편익, 교통사고비용 절감편익, 환경오염비용 절감편익의 4가지를 추정하여 경부고속도로 개통이 미친 직접효과를 추정하고자 하였다. 각 편익을 산출하기 위해서는 각 항목별 직접편익에 해당하는 비용인 편익계수를 계산해야 한다. 편익계수 산정 방법은 예비타당성 조사지침²⁾을 바탕으로 설정되었고 각 연도별로 사

2) 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구, 한국개발연구원

회·경제적 상황이 상이하므로, 분석 기준년의 편익계수를 보정하였다. 차량운행비용에는 유류비, 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 감가상각비로 구성되며, 통행시간비용은 평균통행 시간가치를 적용하여 산정하였다. 교통사고 비용은 사고비용 원단위와 사고발생비용의 연산으로 산정되며, 환경오염비용은 대기오염 배출계수에 따른 비용을 이용하였다. <Table 2>는 편익항목별, 연도별 편익계수 보정방법을 보여준다.

2017년과 2010년의 편익계수들은 예비타당성 조사지침 5판(Korea Development Institute, 2008)을 기준으로 산정하였으며 2000년은 예비타당성 조사지침 3판(Korea Development Institute, 2000)을 기준으로 산정하였다. 1990년, 1980년, 1970년은 예비타당성 조사가 시행되기 이전이므로, 몇 가지 가정을 바탕으로 보정하였다. 과

<Table 2> Method of calculating the benefit coefficient by year

Year	Vehicle operating cost			Travel time cost		Traffic accident cost			Environmental costs
	Fuel cost	Engine oil, Tire, maintenance cost	Depreciation expenses	Average travel time value		Accident cost	Accident ratio	Environmental pollution costs	
2017	Applying the Consumer Price Index			Applying the Consumer Price Index		Applying the Consumer Price Index	2018 Feasibility study guidelines	Applying the Consumer Price Index	
2010	Applying the Consumer Price Index			Applying the Consumer Price Index		Applying the Consumer Price Index	2012 Feasibility study guidelines	Applying the Consumer Price Index	
2000	Feasibility study guidelines(2000)	Applying the Consumer Price Index	2000 Average vehicle purchase cost	Feasibility study guidelines 3rd edition(2000)		Feasibility study guidelines 3rd edition(2000)	Feasibility study guidelines 3rd edition(2000)	Applying the Consumer Price Index	
1990	1990 average fuel cost	Applying the Consumer Price Index	1990 Average vehicle purchase cost	1990 Average salary		per capita GDP	1990 number of accident/(length*traffic volume)	Applying the Consumer Price Index	
1980	1980 average fuel cost	Applying the Consumer Price Index	1980 Average vehicle purchase cost	1980 Average salary	Applying the Consumer Price Index, per capita GDP	Relative literature (1979)	Applying the Consumer Price Index, per capita GDP	1980 number of accident/(length*traffic volume)	Applying the Consumer Price Index
1970	1970 average fuel cost	Applying the Consumer Price Index	1970 Average vehicle purchase cost	1970 Average salary	Applying the Consumer Price Index, per capita GDP	Relative literature (1973)	Applying the Consumer Price Index, per capita GDP	1970 number of accident/(length*traffic volume)	Applying the Consumer Price Index

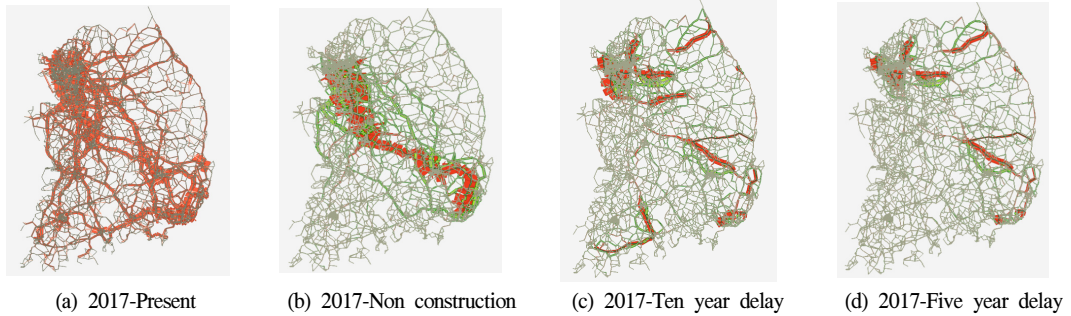
거 편익계수를 산정하는 방법은 다음과 같이 크게 두 가지로 구분하였다. 첫째, 과거 연도의 지표를 바탕으로 새롭게 도출하는 방법이다. 편익계수는 차량구입비, 월평균 급여, 사고율 등을 바탕으로 산정되었다. 편익계수 산정 방식을 그대로 적용하여 과거 연도의 차량구입비, 월평균 급여, 사고율 등의 자료를 수집하고 편익계수를 보정하였다. 각 해당연도의 비용은 경상가격을 적용하였다. 둘째, 현재의 편익계수에서 소비자물가지수나 1인당 GDP의 비율대로 낮추는 방법이다. 따라서 예비타당성 조사지침 5판(Korea Development Institute, 2008)의 편익계수를 2008년 대비 과거 연도의 소비자물가지수 혹은 1인당 GDP의 비율을 적용하여 낮추어 과거의 편익계수를 산정하였다.

2010년과 2017년의 차량운행비용, 통행시간비용, 교통사고비용, 환경오염비용의 편익계수는 예비타당성 조사지침 5판(Korea Development Institute, 2008)을 기준으로 소비자물가지수를 반영하여 산정하였으며, 2000년의 차량운행비용의 유류비, 통행시간비용, 교통사고비용은 예비타당성 조사지침 3판(Korea Development Institute, 2001)의 기준연도와 일치하므로 보정 없이 지침에서 제시하는 편익계수 값을 적용하였다. 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 환경오염비용은 예비타당성 조사지침 3판(Korea Development Institute, 2001)에 명시되어 있지 않아 예비타당성 조사지침 5판(Korea Development Institute, 2008)을 기준으로 소비자물가지수를 반영하였다.

1970년~1990년과 예비타당성 조사지침 5판이 정립된 2008년의 시간 차이는 상당히 클 뿐만 아니라, 1970년~1990년 사회·경제적 상황과 2000년대의 사회·경제적 상황이 상이하기 때문에 단순히 소비자 물가지수를 반영하여 1970년~1990년의 편익계수를 산정하기에는 정확도 측면에 문제가 발생할 수 있다. 이에 1970년, 1980년, 1990년은 과거 연도의 지표를 바탕으로 편익계수를 새롭게 도출하는 방법과 소비자물가지수 혹은 1인당 GDP 비율대로 절하하는 방법을 혼재하여 편익계수 산정의 정확성을 높이고자 하였다. 유류비는 해당 연도의 평균유류가격을 사용하였으며, 감가상각비는 해당연도의 차량구입비를 사용하였다. 평균통행시간가치를 산정하기 위하여 해당연도의 직종별 월평균 급여를 사용하였다. 교통사고비용은 해당연도의 사고건수와 도로연장, 교통량을 이용하여 교통사고비율을 계산하였다. 엔진오일비, 타이어마모비, 유지관리비, 환경오염비용은 소비자 물가지수를 반영하였으며, 평균통행 시간가치와 사고비용 원단위는 1인당 GDP를 반영하여 보정하였다. 소비자 물가지수가 아닌 1인당 GDP를 사용한 이유는 평균통행 시간가치와 사고비용이 1인당 경제적 가치를 포함하고 있기 때문이다. 평균통행 시간가치는 사람 1명의 한 시간의 노동가치로 인해 결정되며, 교통사고 비용은 교통사고 사망 시점에서 추후 노동으로 발생가능한 비용을 화폐가치화한 것이다. 따라서 본 연구에서는 평균통행 시간가치와 사고비용이 1인당 경제가치를 의미하기 때문에 소비자물가지수를 반영하는 대신 1인당 GDP를 반영하였다.

IV. 결 과

본 연구에서 구축한 기준연도들의 네트워크와 O/D 통행량을 바탕으로 각 연도별·시나리오별 교통량을 배정하였다. <Fig. 4>은 2017년의 정산교통량과 각 시나리오별 교통량의 차이를 보여준다. (a)는 2017년 현재 기준으로 구축된 도로네트워크에 배정된 교통량을 보여주며, (b)는 2017년의 네트워크와 경부고속도로 미건설 네트워크의 배정 교통량 차이를, (c)는 10년 지연 경부고속도로 건설 네트워크의 배정 교통량 차이를, (d)는 5년 지연 경부고속도로 건설 네트워크의 배정 교통량 차이를 보여준다.



<Fig. 4> 2017 Assign result

배정된 교통량에 편익항목별 편익계수를 곱하여 각 링크별로 통행시 발생하는 차량운행비용, 통행시간비용, 교통사고비용, 환경오염비용을 산정하였으며 경부고속도로 영향권 내의 모든 링크에 4가지 항목의 비용을 합하여 해당 시나리오별 영향권 내의 일평균 비용을 계산하였다. 비용의 차이는 편익으로 정의하였으며, 일평균 비용에 365을 곱하여 연평균 편익으로 환산하였다. <Table 3>은 연도별 연평균 편익을 보여준다.

1970년 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 1970년 당시 가치로 58억 원이다. 1970년, 경부고속도로 건설로 인하여 연평균 58억 원의 경제적 가치가 창출됨을 의미한다. 서울~대전 간 대체도로 건설 시나리오의 총 편익은 20억 원이다. 신갈~강릉 대체도로 건설 시나리오의 총 편익은 10억 원이다. 경부고속도로 미건설과 비교를 통한 경부고속도로 건설 편익이 가장 많이 발생하는 것을 알 수 있다.

1980년부터는 고속도로 지연 건설 시나리오가 추가되었다. 1980년, 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 307억 원으로 추정되었으며, 고속도로 10년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 477억 원으로 도출되었다. 서울~강릉 간 대체도로 건설 시나리오의 총 편익은 472억 원이다.

1990년, 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 8,076억 원이며 고속도로 10년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 4,868억 원으로 추정되었다. 고속도로가 10년 지연되어 건설된 시나리오와 비교해 경부고속도로 미건설시의 시나리오 편익이 약 1.6배가량 높다. 또한, 1990년부터 총 편익 중 통행시간비용 절감편익이 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

2000년, 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 8조 1,359억 원이며, 고속도로 10년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 11조 4,106억 원이다. 만약 고속도로가 5년 지연되어 건설되었을 때 시나리오의 총 편익은 6조 593억 원이다.

2010년, 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 5조 3,215억 원이며, 고속도로 10년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 12조 402억 원이다. 반면 고속도로 5년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 9조 6,057억 원에 불과한 것으로 나타났다. 2010년 기준으로 경부고속도로가 10년 지연되어 건설된 경우와 현재 상황을 기반으로 항목들을 추정·합산하였을 때 가장 많은 편익을 보였다.

2017년, 경부고속도로 미건설 시나리오의 총 편익은 8조 9,198억 원이다. 속도로 10년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 4조 9,354억 원으로 도출된 반면 고속도로 5년 지연 건설 시나리오의 총 편익은 2조 9,682억 원으로 나타났다. 특히 주목할 점은 2017년의 고속도로 지연건설 시나리오의 편익이 이전 기준연도 보다 크게 감소하였는데, 그 이유는 2010년 이후에는 이미 전국 고속도로망 체계가 구축되어있어 고속도로 건설이 크게 감소하였기 때문인 것으로 보인다. 과거에서 현재로 가까워질수록 교통사고 편익과 환경오염 편익이 다소 감소하는 경향을 보였으며 이러한 이유는 최근 교통안전시설 및 첨단장비, 안전관리 등으로 교통사고가

꾸준히 감소하고 친환경 차량이 증가한 것이 원인이라고 할 수 있다.

1970년과 1980년의 교통사고비용은 평균기대수명을 반영하여 추가 분석하였다. 교통사고비용은 교통사고로 인한 생산손실비용을 포함한다. 교통사고 시점에서 남은 기대수명이 길수록 생산손실비용이 커지므로 교통사고비용은 기대수명과 비례관계에 있다. 1970년의 평균 기대수명은 62.3세이며, 1980년의 평균 기대수명은 66.2세, 현재의 평균기대수명은 82.7세이다. 현재 평균 기대수명과 1970년, 1980년의 평균 기대수명비율을 고려하여, 1970년, 1980년 교통사고편익을 절하하였다. <Table 4>은 기대수명을 반영한 일평균 교통사고편익을 보여준다. 표에서 나타나는 바와 같이 해당 연도 기대수명을 반영 시 교통사고편익이 감소하는 것을 알 수 있다.

본 연구에서 적용한 직접 효과분석 방법론을 검증하기 위하여 과거 연구의 직접 효과분석 방법론을 고찰하고 그 결과를 비교·분석하였다. 고속도로 개통에 따른 효과분석(Ministry of Works, 1973)에 따르면 1972년 기준 경부고속도로로 인한 편익은 약 305억원이며, 연 단위로 환산 시 연평균 편익은 100억이다. 1970년 당시 추정된 경부고속도로 편익은 100억으로, 본 연구에서 추정한 편익보다 과대추정 되었다. 당시 편익 추정에는 정치적 견해가 개입되었을 가능성이 있을 뿐만 아니라 편익계수 산정과 네트워크 구축에 한계가 있어, 본 연구와 직접적인 비교 및 검증이 매우 어려운 실정이다. 하지만 본 연구는 기존 연구보다 현실을 반영하여 다양한 시나리오를 가정하였으며, 과거 상황을 반영하기 위하여 과거의 O/D와 네트워크 편익계수 모두 재구축하여 정확한 고속도로 편익을 산정하였다.

<Table 3> Annual Average Benefits

(Unit: 100 million Won/Year)

Year	Scenario	Vehicle Operating Costs	Past year value		Per capita GDP		Pollution Costs	*Total
			Travel Time Costs	Traffic accident Costs	Travel Time Costs	Traffic accident Costs		
2017	Non-construction	10,746	71,881	-	-	1,495	5,076	89,198
	Five-year delay	3,359	24,487	-	-	461	1,375	29,682
	Ten-year delay	5,907	39,910	-	-	778	2,759	49,354
2010	Non-construction	141	43,855	-	-	6,557	2,662	53,215
	Five-year delay	27,681	59,969	-	-	2,308	6,099	96,057
	Ten-year delay	30,358	79,049	-	-	3,513	7,482	120,402
2000	Non-construction	11,824	52,603	-	-	12,428	4,504	81,359
	Five-year delay	11,385	43,387	-	-	2,039	3,782	60,593
	Ten-year delay	16,648	88,065	-	-	2,737	6,656	114,106
1990	Non-construction	1,779	3,193	-	-	1,867	1,237	8,076
	Ten-year delay	1,266	2,126	-	-	723	753	4,868
1980	Non-construction	-16	145	6	162	203	172	307
	Ten-year delay	198	152	7	178	260	120	477
	Singal - Gangneung	200	148	7	173	255	117	472
1970	Non-construction	31	7	2	11	22	18	58
	Seoul-Daejeon	10	3	1	4	8	6	20
	Singal - Gangneung	3	2	1	4	15	4	10

* The benefits of travel time and traffic accidents in 1980 and 1970 are summed up using past year values.

<Table 4> Benefits of Past Traffic Accidents Reflecting Life Expectancy

Year	Scenario	Benefits of Past Traffic Accidents (Unit: Won/Day)	
		No consideration Life Expectancy	Reflecting Life Expectancy O
1980	Non-construction	5,939,136	4,671,820
	Ten-year delay	2,214,096	1,741,644
	Singal - Gangneung	4,018,768	3,161,228
1970	Non-construction	55,639,616	46,506,851
	Seoul-Daejeon	71,104,576	59,433,370
	Singal - Gangneung	69,813,248	58,354,003

V. 결 론

본 연구는 경부고속도로가 개통된 1970년부터 2017년까지의 경부고속도로 건설로 발생한 직접효과를 추정하고자 하였다. 기존의 연구들에서 고속도로 건설의 직접효과 추정은 장래의 도로 건설의 효과분석과 타당성을 평가하는데 사용된 반면, 본 연구에서는 고속도로 건설 이후 현재까지의 누적 효과를 추정하기 위한 방법론을 구축하여 적용하였다. 50년간의 경부고속도로 개통에 따른 누적 편익 3)을 산출하기 위하여 1970년부터 10년 단위로 과거의 도로 네트워크와 O/D 교통량을 구축·추정하였으며, 사회·경제적 변화를 반영하여 편익계수를 보정하였다.

경부고속도로 개통의 직접편익을 추정하기 위하여, 경부고속도로 건설대안의 대체 대안 등을 시나리오에 반영하였다. 시나리오 I 은 경부고속도로가 미건설된 경우, 시나리오II는 경부고속도로가 10년 지연되어 건설된 경우, 시나리오 III는 경부고속도로 건설대안으로 1970년 당시 서울~대전 간 유료도로가 건설된 경우, 시나리오IV는 1970년 당시 서울~강릉 간 유료도로가 건설된 경우이다.

시나리오별로 경부고속도로의 누적 50년간의 편익을 추정한 결과, 경부고속도로 개통효과는 미시행시와 비교했을 경우(시나리오 I), 1970년부터 현재까지 총 50년간 약 245조의 사회경제적 편익(차량운행비용, 통행시간비용, 환경비용, 교통사고비용 절감액)을 발생하였으며 이는 국내 연간 스마트폰 수출액4)의 약 3.2배에 달하는 금액이다. 경부고속도로 건설이 10년 지연되어 1980년에 개통되었을 경우와 비교 시(시나리오II), 1970년에서 2020년까지 50년간 편익은 351조 발생한 것으로 추정되었다. 이러한 누적편익은 국내 연간 자동차 수출액5)의 약 6.7배에 달하는 금액이다. 또한 IBRD 제안에 따라 1970년 서울~대전 간 유료도로가 건설(시나리오III)되었거나 또는 영동(신갈~강릉 간) 유료도로가 건설(시나리오IV)되어 경부 및 타 고속도로의 건설이 순차적으로 10년씩 지연되었을 경우, 지난 50년간 누적 사회적 편익액은 약 257조 원 발생한 것으로 추정되었다.

경부고속도로는 1970년 개통 당시만 해도 무모한 도전으로 여겨졌으나 결과적으로 국가발전의 원동력이 되었으며, 5천만 국민들에게 통행시간단축, 운행비용절감 등 직접적 편익을 제공하였다. 본 연구에서 추정한 경부고속도로 개통으로 인한 50년간 사회적 직접효과 편익으로 국민들은 연간 1인당 평균 675만원6)의 혜택

3) 1970년~2017년의 산출된 편익을 바탕으로 보간법 적용하여 1970년~2020년 누적 50년 편익 산출

4) 244.8조원(경부고속도로 총 편익) ÷ 76.55조(2019년 연간 스마트폰 수출액, 과학기술정보통신부) = 3.19

5) 351조원(경부고속도로 총 편익) ÷ 52.18조(2019년 국내 연간 자동차 수출액, 산업통상자원부) = 6.7

을 받게 되었다. 본 연구의 결과를 통하여 고속도로 건설의 사후평가체계 정립에 활용 가능할 것이다. 고속도로 사후 평가는 장래의 인근 도로 건설계획에 반영할 수 있을 뿐만 아니라, 고속도로 건설의 경제적 평가 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2020년도 한국도로공사 도로교통연구원 연구용역의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Al-Thani H., Koç M. and Isaifan R. J.(2018), “A review on the direct effect of particulate atmospheric pollution on materials and its mitigation for sustainable cities and societies,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, no. 28, pp.27839-27857.
- Boarnet M. G.(1996), *The Direct and Indirect Economic Effects of Transportation Infrastructure (No. qt1506r290)*, University of California Transportation Center.
- Bruinsma F. R., Rienstra S. A. and Rietveld P.(1997), “Economic Impacts of the Construction of a Transport Corridor: A Multi-level and Multiapproach Case Study for the Construction of the A1 Highway in the Netherlands,” *Regional Studies*, vol. 31, no. 4, pp.391-402.
- Gkritza K., Sinha K. C., Labi S. and Mannering F. L.(2008), “Influence of highway construction projects on economic development: An empirical assessment,” *The Annals of Regional Science*, vol. 42, no. 3, pp.545-563.
- Kim J. H.(2013), “The Performance of Highway and the Challenges of the Creative Economy Age,” *National Territory Policy Brief*, pp.7-8.
- Korea Development Institute(2001), *Preliminary Feasibility Study for Road Sector Projects* (3rd ed.), p.282.
- Korea Development Institute(2008), *Revised and supplemented the standard guidelines for preliminary feasibility studies for road railway projects* (5th ed.), p.359.
- Korea Expressway Corporation(1999a), *30 Years' History of Korea Expressway Corporation*, p.994.
- Korea Expressway Corporation(1999b), *Business Effect Analysis by Highway Lines*, p.218.
- Korea Research Institute for Human Settlements(1995), *Highway Business Effectiveness Survey*, p.353.
- Korea Research Institute for Human Settlements(2013), *A Study on the Effectiveness of Highway Network in terms of Sustainable Growth*, p.189.
- Surahyo M. and El-Diraby T. E.(2009), “Schema for interoperable representation of environmental and social costs in highway construction,” *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, no. 4, pp.254-266.
- Ye N. J., Li W. J., Li Y. and Bai Y. F.(2017), “Spatial Econometrics Research on the Relationship between Highway Construction and Regional Economic Growth in China: Evidence from the Nationwide Panel Data,” *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, December, vol. 100, no. 1, 012138, IOP Publishing.

6) 고속도로 10년 지연 시나리오에서 도출된 편익