

# 한국 도로자본의 최적수준과 사회적 기여

Social Contribution and Optimal Level of Road Capital in South Korea

국우각

Kook, Wookag

서울연구원 초빙연구위원

Visiting Research Fellow, Transportation System

Research, Seoul Institute

(wkkook@si.re.kr)

## 목 차

### I. 서론

### II. 연구의 방법

1. 문헌 고찰
2. 자료 수집 및 구성
3. 분석 방법

### III. 분석 결과

1. 수요함수 분석 결과
2. 총산업 도로자본의 공헌도
3. 총산업의 TFP 성장률 결과
4. 도로 투자의 사회적 수익률과 최적수준

### IV. 결론

## I. 서론

도로자본시설은 타 산업의 지원효과, 재산유발효과, 지역균형개발효과 등으로 장기적인 국가경쟁력 증진에 중요한 역할을 담당하고 있다. 도로자본 투자와 생산성 간에는 연관성을 가지고 있는 것으로 기존 연구 결과는 제시하고 있지만, 연관성은 한 방향으로만 관련된 것도 아니고 예측이 쉽지도 않다.

선진국의 경우 사회기반시설의 경제적 효과를 전반적으로 평가할 뿐만 아니라 개별 사업의 효과도 많은 연구가 진행되고 있다. 우리나라의 경우 사회기반시설과 생산성 부문에 관한 실질적인 연구는 거의 없으며, 연구도 방법론적으로나 범위적으로 제한된 것이 현실이다.

정책 결정자들에게 정책 결정을 할 수 있도록 정보를 제공하기 위해서는 사회기반시설의 투자가 국가 경제성장과 경쟁력에 어떤 영향을 주는지 알아야 하며, 지역 산업과 공공자본 투자의 비용과 편익을 파악하기 위한 연구가 이루어져야 하지만, 대부분의 연구는 사회기반시설 투자 자금의 흐름에 한정되었다. 이러한 연구는 공공자본의 투자에 따른 사회기반시설에 대한 수요 변화를 간과할 수 있다.

미국을 비롯한 여러 선진국들은 1970년 초 이래로 경제성장이 둔화되고 있다. 미국과 선진국들은 이와 같은 경제성장 둔화의 잠재적 원인으로 민간자본의 부정확한 투자, 자본의 잘못된 할당과 자본 시설의 미활용, 에너지 가격 상승, R&D 자본에서의 투자율/기술 변화율의 감소로 인한 경기후퇴, 서비스산업 지향, 노동과 자본 투자의 질적 증진에 대한 부정확한 추정 등을 포함한 많은 요인들에 관한 연구를 시작하였다.

우리나라의 경우, 1990년대까지는 경제적 급성장으로 선진국들과 같은 경기후퇴에 직면하지는 않았지만, 1997년 시작된 외환위기에서 촉발된 IMF 경제

관리체제를 거치면서 경제활동 환경은 이전과는 판이하게 달라졌으며, 미국의 서브프라임 모기지 사태로 촉발된 금융위기에 의해 전 세계의 경제 혼란은 우리나라 경제에도 엄청난 타격을 주고 있다. 미국은 신뉴딜정책을 통한 경기부양 방안을 모색 중에 있으며, 교통 측면으로는 교통시스템을 21세기 국가에 맞게 재편하는 방안을 모색 중이다.

우리나라는 10년 주기로 닥친 위기를 극복하기 위해 SOC 투자를 통한 한국형 뉴딜정책을 통해 경제난국을 극복하기 위한 여러 가지 정책을 추진하였다. 이와 같은 경제 여건 변화와 경제난국 극복이라는 대전제에 의해 도로 투자여건이 더욱 악화될 것은 자명한 사실이다. 경제의 저성장으로 인한 재정수입의 감소, 경제전반의 구조조정, 사회 복지비 그리고 소득 양극화 해소 등을 위한 재정지출수요 증가 등으로 교통시설 투자재원의 조달여건은 과거에 비하여 악화될 수밖에 없을 것이다. 이와 같은 상황에서 중앙정부는 제한된 교통시설 투자재원의 효율적 활용에 기반한 지속적인 도로 투자가 필요한 것이다.

교통시설 투자재원을 축소할 경우 머지않은 미래에 교통혼잡과 물류비 증가 등 각종 사회·경제적 비용의 증가로 국가 경쟁력에 부(-)의 효과를 미칠 것이고 이는 경제성장을 저해하는 요소가 될 가능성이 크다. 도로의 투자재원 축소도 동일한 상황을 유발할 것이다. 이는 교통환경 변화에 따른 도로 투자의 생산성 및 효율성 추정이 필요하며, 생산성 및 효율성 연구 결과를 제시함으로써 도로의 지속적인 투자의 필요성을 주장할 수 있다.

이와 같은 도로 투자의 필요성을 주장하기 위해서는 다음과 같은 정책적 질문의 해답을 제시해야 할 것이다. 첫째, 한국 경제성장에서 도로자본 증가에 대한 직접·간접적 효과는 어느 정도인가, 둘째, 한국 도로의 순사회적 순익률과 최적수준은 어느 정도인가. 이와 같은 질문에 대한 해답을 찾을 수 있다면, 도로 서

비스의 효율성을 높일 수 있고, 현재 도로 투자의 적절한 수준을 유지할 수 있을 것이다. 이와 같은 도로 투자의 정책적 질문의 해답은 도로 투자의 효율적 활용이 가능하게 정책 결정자들의 현명한 결정의 근거가 될 수 있을 것이다.

## II. 연구의 방법

공공정책의 시행 시 중요한 논제는 공공자본 공급이 과잉이나 부족이냐의 문제다. 공공자본 서비스의 최적 공급은 Kaizuka(1965)에 의해 수정된 Samuelson 조건에 의해 유추된다. 이 조건은 생산자와 소비자의 한계 편익의 합계가 공공자본의 부가적인 단위 제공의 한계 비용과 동일해지는 지점에서 제공된다는 것이다. 소비 부문을 무시하면, 전체 경제의 민간자본 수익률과 도로자본 수익률을 비교하여 계산하는 것이 공공자본이 최적으로 제공되었는지를 결정할 수 있는 대안적인 방법이다. 공공자본의 최적 공급은 제공된 공공자본의 비율과 민간자본의 비율이 동등해지는 것이다. 만일 도로자본의 수익률이 민간자본의 수익률보다 높다면, 도로자본은 공급 부족이고 공공 투자의 증가가 필수적일 것이다.

### 1. 문헌 고찰

#### 1) 사회기반시설과 생산성 간의 분석 방법론

사회기반시설과 생산성 간의 관계를 정량화하는 연구는 다섯 가지 유형(생산함수, 비용함수, 성장모형, 일반균형모형, 자료기반모형)의 계량경제학적 접근 방법을 이용하고 있다.

생산함수는 주어진 기술적 제약조건하에서 각각의 생산요소(투입물)가 생산할 수 있는 산출물의 양을 나타낸다. 비용함수는 노동, 자본, 중간재 가격을

요소가격으로 고려하기 때문에 생산함수에 비해서 좀 더 편리하다. 성장모형은 총생산 요소들을 사용하여 산출물에 대한 모든 생산 요소들의 영향을 추정한다. 일반균형모형은 상향(bottom-up)방식으로 접근하면서 전체 경제의 이해를 돕기 때문에 위의 모형들보다 좀 더 포괄적으로 고려된다고 볼 수 있다. 일반균형모형은 모든 재화의 가격과 생산 간에 상관관계가 깊은 가격 변동 시장 환경에서의 개별 대리인들의 행동을 나타낸다. 또한, 일련의 가정들은 경제가 평형상태에 도달하게 만든다. 하지만, 일반균형모형은 이론적 모형이 다소 제한적이며, 이런 제한적 요소는 고려하지 않고 분석한다. 자료기반모형(Data-oriented model)은 일정 자료 사이의 관계를 분석함으로써 사회기반시설과 생산성 간의 인과성 방향을 인지하는 데 유용하다. 그래서 경제학 이론에 크게 의존하지 않는다.

#### 2) 비용함수를 이용한 생산성 분석 연구

사회기반시설과 생산성 간의 관계를 정량화하는 데 비용함수를 이용한 대부분의 연구자는 비용에 관한 공공자본의 잠재가격을 -0.30 정도일 것이라고 비용함수 접근법을 이용하여 연구를 시작하였지만, 추정 결과는 -0.15~-0.4761로 나왔다. Satya et al.(2004)은 상업 부문에 대한 비용절감을 공공자본에의 회수율로 11% 수준으로 추정하였다. 전체적으로 일치되는 것은 공공자본이 비용을 감소시키며 이러한 방법론을 사용한 추정은 생산함수로 추정한 효과보다 훨씬 작다는 것이다. 생산함수모형과는 다르게, 비용모형은 공공자본과 민간자본이 대체될 수는 있으나 상호보완적이지는 않다고 제시하는 경향이 있다. 이러한 차이에 대한 주요 원인은 비용모형은 요소가격들을 통합시키며 일반적으로 몇 가지 방정식들로 추정되기 때문이다. 따라서 연구자들은 모든 모형의 투입물들

간의 교차 탄력성을 추정할 수 있었다.

내생성에 대해서 검토된 대부분의 연구(예를 들면, 비용이 기반시설 비용을 발생시키는지, 기반시설 비용이 비용을 발생시키는지)들은 기반시설이 비용에 영향을 주며 비용은 기반시설에 영향을 주지 않는 것을 알아냈다. 비용함수 접근법에서 검토된 연구들은 생산함수를 사용하는 경우만큼 광범위하게 합의된 결과를 갖지는 않지만 유사성을 가진다. 무엇보다도, 연구에서 공공자본과 민간자본 사이의 관계와 비용이 시간에 따라 변하는 증거를 보여주고 있다. 따라서 이러한 관계들을 추정할 때 주의를 기울여야만 한다. 생산함수 접근법과는 다르게 추정치들은 국가에 따라 또는 국가에서 부문 수준의 자료에 따라 크게 변하지는 않는다.

비용함수 접근법에 의해 검토된 연구 결과들은 정책 결정자들에게 생산함수 접근법을 사용해온 연구자들에 의해 증명된 공공자본 투자의 긍정적이고 유의한 영향을 강조하였다. 사회기반시설 투자로부터 발생하는 비용절감에의 투입물로서 생산요소가격들을 사용하면서, 연구자들은 이러한 편익들을 증명할 수 있었다. 그러나 이러한 편익들은 생산함수 접근법을 사용해서 나온 결과보다 더 작으며, 발생하는데 더

오래 걸리는 경향이 있다. 이러한 이유로, 정책 결정자들은 장기적으로 기반시설 투자로부터의 자본 회수(pay back)를 고려해야 하며 단지 적정한 이윤만을 기대해야 한다.

다시 한 번 정리하자면, 비용함수 접근법에서 제시된 몇 가지 논점들을 고려하는 것은 중요하다. 예를 들면, 다양한 경제상황(경제 영향과 정책적 효과) 하에서 비용함수의 추정은 비용함수 구조상 자료(노동, 자본, 중간재 등)의 한계와 계량경제학의 실증적 분석의 한계에 의한 문제점이 부각되며, 비용함수를 이용한 방법론은 공공편익의 배분 및 형평성의 논제를 다루는 데는 한계점이 있다.

### 3) 공공자본의 최적수준/투자수준

Nadiri et al.(1996)은 제조업부문 산업에 관련된 공공기반시설의 수익률이 약 7% 정도라고 하였다. 반면에 민간자본의 수익률은 9%라고 하였다. Morrison(1992)은 다른 접근방법을 이용하였다. 공공자본의 이용자 비용(user cost)과 공공자본의 잠재가격을 비교하여 공공 투자의 Tobin's ratio가 한 단위 초과하면, 연구에 사용된 분석 자료에서 모든 지역의 제조업 부문의

표 1 \_ 선행연구 요약

저자	분석 단위	설명	공공자본	직접 효과	간접 효과		
				비용	노동	자본	중간재
Nadiri & Mamuncas(1991)	미국 제조업 -산업분류 (1955~1986)	generalized MCFFaden	도로 (산업 효율성)				
Albala-Bertrand & Mamtzakis(2001)	그리스 제조업 (1959~1990)	비용함수			-1.65~0.38		
Moreno et al.(2002)	스페인 제조업 (1980~1991)	VC	공공자본			-1.36~-0.06	
Harchaoui & Tarkhani(2003)	캐나다 민간제조업 (1961~2000)	VC	공공자본 (도로)	자본 0.0929, 노동-0.0683, 중간재-0.0882			
Ezcurra et al.(2005)	스페인 민간 부문 (1964~1991)	비용함수, Production 함수	공공자본, 교통자본스톡	cost saving		0.035	-0.154

사회적 최적화가 너무 낮은 수준이라고 제안하였다. 유사하게 Shah(1992)는 멕시코 제조업 부문에 대해 1.04로 Tobin's  $q$ 를 추정하였으며, 공공자본에서 투자가 부족하다고 하였다. Berndt et al.(1991)는 사전적(ex-ante) 임대가격으로 공공기반시설의 한계편익을 동일화하는 방법으로 최적 자본스톡을 구하였으며, 실제 공공자본에서 공공자본스톡의 최적수준의 비율을 계산하였다. 1960~1970년까지는 공공자본스톡이 부족하였고, 1970~1990년 기간은 공공자본스톡이 과투자되었다고 결론지었다.

Gustavo and Salas(2007)는 Dynamic Stochastic General Equilibrium Model을 이용하여 공공투자에 대한 효과를 분석하였는데, 남미 5개국을 대상으로 공공투자의 증감에 따른 후생, 민간투자, 소비, 노동, 임금 등에 미치는 영향을 국가별로 구분하여 제시하였다. 볼리비아와 칠레의 경우에는 GDP의 2% 정도 추가적인 공공투자가 이루어지면 6% 이상의 성장률을 나타낼 것으로 분석된 반면, 아르헨티나와 베네수엘라는 6% 이상의 추가적인 공공투자가 진행되어야 각각 6%, 7% 이상의 성장률을 기록할 것으로 분석되었다.

Kamps(2005)는 OECD 22개국을 대상으로 1960~2001년간 정부자본, 민간자본, 고용, 산출물을 내생변수로 하는 벡터자기회귀모형을 통해 ① 대다수 국가에서 공공자본의 충격은 산출물에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. ② 생산함수를 이용한 연구결과와 같이 생산탄력성이 크게 나타나지 않았는데, 이는 피드백 효과를 고려하지 않았기 때문으로 판단하였다. ③ 대다수 국가에서 공공자본과 민간자본간 장기적인 보완성이 있는 것으로 나타났으며, ④ 공공자본의 충격에 대한 고용 부문에 대한 영향은 통계적으로 무의미한 것으로 분석되었다.

Pereira and Sagales(2006)는 벡터자기회귀모형을 이용하여 스페인의 지역자료를 분석한 결과 인프라

투자는 민간 부문의 산출물에 긍정적인 영향을 미치며 민간 부문의 투자를 유도하는 것으로 나타났으며, 인프라에 대한 공공투자와 민간지출은 서로 대체적인 성격보다는 보완적인 것으로 결론을 내리고 있다. 또한, Karadag et al.(2005)도 터키를 대상으로 한 분석 결과에서도 동일한 결론을 내리고 있다. 다른 한편으로 Pereira and Salas(2006)는 신규 인프라 투자는 종종 중심지역에 집중됨으로 인해 지역 간 격차를 유발하는데 인프라가 상당한 기여를 하는 것으로 분석하였다.

## 2. 자료 수집 및 구성

1970년에서 2007년까지의 한국 경제를 국부통계, 산업연관표, 국민계정 그리고 노동통계연보 등 다양한 자료를 수집하여 국민총소득, 노동·자본·중간재의 비용과 가격, 생산자가격, 도로자본스톡, 인구, 국민소득 등의 총산업 자료를 구축하였다.

자본스톡은 표학길(2003)의 자료와 한국은행에서 발간되는 국부통계자료의 자본스톡을 이용하여 자본의 서비스에 대한 이용자 비용(user cost)을 자본가격으로 정의하였다.

노동투입을 측정하기 위해서는 산업별 고용량이나 노동시간 같은 양적 자료와 성교육 연령 등의 질적 자료 모두가 필요하다. 본 논문에서는 국민계정의 사용자 보수, 경제활동인구 조사, 행정자치통계연보 그리고 노동연감을 이용하였다. 노동가격은 매월 임금을 근로시간으로 나누어 시간당 임금으로 구하였다.

총산출 및 중간재는 한국은행에서 발행되는 국민계정과 산업연관표를 이용해 구하였다. 산업연관표는 산업분류가 자세하다는 장점이 있지만 특정연도에만 발표되었기 때문에 시계열적인 변화를 파악하기 위해서는 산업연관표 시계열적 추계가 필요하다. 이를 위해서 본 논문에서는 RAS법을 이용하여, 산업

연관표와 국민소득통계의 불일치 존재 여부의 검정을 통해 산업연관표와 국민소득통계의 중간투입계를 일치시켜 중간재를 산정하였다.

산업연관표가 작성된 해에는 중간투입 부문이 존재하므로 RAS 방법을 이용하여 중간투입 부문을 조정하며, 산업연관표가 작성되지 않은 해에는 전년도에 조정된 중간 투입부문을 출발점으로 사용하여 보완법을 적용함으로써 1970~2007년 기간 중 국민소득통계와 연계된 경상산업연관표 시계열 작성을 완료하였다.

생산자 물가지수는 1969~2007년까지 통계청과 한국은행에서 발간되는 자료를 이용하여 구축하였다. 중간재 가격은 생산자 물가지수에 각 연도 보정된 산업연관표의 중간투입량과 투입유발계수의 가중평균값을 이용하여 Tornqvist<sup>1)</sup> 지수를 이용하였다.

도로자본스톡 추정에는 다항기준연도접속법을 이용하여 추정하였다. 도로자본스톡 추정 시 가장 유의할 사항은 산업별 자본이 분석에 이용되기 때문에 도로자본을 국부통계 이상으로 산정할 수 없는 것이다. 본 논문에서는 국토교통부의 도로 부문 투자실적자료 현황, 교통시설특별회계, 양여금, 지방비, 공기업의 도로 부문 투자실적 자료를 이용하여 산정하였다.

도로 부문의 자본스톡을 추정하기 위해서는 국부통계조사가 이루어진 기준연도를 기준으로 1968~1977년, 1978~1987년, 1988~1997년 사이의 폐기율을 추정하였다. 국부통계가 존재하지 않는 기간(1998~2007년)은 1988~1997년 사이의 폐기율을 사용하였다.

도로자본스톡의 추정모형은 다항기준연도접속법을 변형 사용하였으며, 기술발전, 경기변동 등으로

폐기율이 기간에 따라 변화한다는 보다 현실적인 가정을 도입하고, 폐기율이 모형식에서 내생적으로 계산되는 장점이 있도록 모형을 설정하였다. 즉, 도로 부문 자본스톡을 추정하기 위해 다항식기준연도접속법에 의하여 기준연도 사이의 기간별 폐기율을 구하고 추정된 폐기율을 이용하여 기준연도 자본스톡과 연도별 투자액을 접속하여 자본스톡을 추정하는 방법을 사용하였다.

민간과 공공 투입물의 효율률을 알기 위해 비용함수에 독립변수로서 도로 특성 효율률을 이용하였다. 도로 특성 효율률은 도로 네트워크 길이와 차량 대수의 비교적으로 구하였다.

### 3. 분석 방법

본 논문은 Nadiri & Schankerman(1981a, b)와 Nadiri & Mamuneas(1991)에 의해 제안된 방법이며, 총요소생산성 성장의 산출물 수요, 비교 투입 가격, 기술 변화, 그리고 공공재정 자본의 공헌도를 추정할 수 있다. 이 방법은 생산성 과정상에서 공공자본 효과의 비교 공헌도 분석이다. 산업 산출물(Y), 민간 투입물(X), 기반시설 자본 서비스(S), 비체화적 기술수준(T) 등의 세 가지 투입 요소를 이용하는 생산 함수가 다음과 같다고 가정한다.

$$Y = F(X, S, T) \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

총요소 생산성 증가율  $TFP$ 는 산출물 증가율에서 총 투입요소(K, L, I)의 가중평균 증가율의 합계를 뺀 것으로 정의된다.

1)  $\frac{P_{Mt}^j}{P_{Mt-1}^j} = \left( \frac{P_{Mt}^{j,k}}{P_{Mt-1}^{j,k}} \right)^{\frac{1}{2}(s_{Mt}^{j,k} + s_{Mt-1}^{j,k})} : \frac{P_{Mt}^j}{P_{Mt-1}^j}$  는 산업 j ( $\frac{P_{Mt}^{j,k}}{P_{Mt-1}^{j,k}}$ ) 에 의해 소비된 개별 생산재 k의 가격지수의 가중평균값임. 당시 가격  $s_{Mt}^{j,k}$  에서 산업 j의 중간재 투입량에 대한 총 소비에서 각 투입물 k의 분배율을 반영.

$$TFP = \dot{Y} - \dot{F} \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

$$TFP = \dot{Y} - \sum_i \Pi_i \dot{X}_i \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

TFP: 총요소 생산성 증가율

Y: 산출량의 증가율

$$\dot{F} = \sum_i \frac{P_i \cdot X_i}{C} \dot{X}_i = \sum_i \Pi_i \cdot \dot{X}_i$$

$P_i$ : 투입요소  $i$ 의 가격

$X_i$ : 투입요소  $i$ 의 수량

$\dot{X}_i$ : 투입요소  $i$ 의 증가율

$$\sum_i \Pi_i = 1$$

$$C = P_y Y$$

〈식 1〉을 시간으로 미분하고, 산출물로 나누면 〈식 4〉와 같다.

$$\dot{Y} = \sum_{i=1} \frac{\partial F}{\partial X_i} \frac{X_i}{Y} \dot{X}_i + \sum_{k=1} \frac{\partial F}{\partial S_k} \frac{S_k}{Y} \dot{S}_k + \frac{1}{Y} \frac{\partial F}{\partial T} \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

공공 자원을 포함한 모든 투입물의 비용 최소화를 가정하면,  $P_i$ 는  $i$ 번째 민간투입물의 가격이고,  $Q_k$ 는 공공 투입물( $k$ )의 잠재가격(Shadow Price)이다. 일계 조건(first-order condition)은 〈식 5〉와 같다.

$$\frac{\partial F}{\partial X_i} = \frac{P_i}{u} \forall_i \quad \text{and} \quad \frac{\partial F}{\partial S_k} = \frac{Q_k}{u} \forall_k \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

여기서,  $u$ 는 포락조건하에서 Lagrangian Multiplier다.

$$\frac{\partial C^*}{\partial Y} = u \quad \text{and} \quad -\frac{\partial C^*}{\partial t} = u \frac{\partial F}{\partial T} \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

여기서,

$C^* = \sum_i P_i X_i + \sum_k Q_k S_k = C^*(Y, P, Q, T)$ 는 공공자본의 잠재가격을 포함하는 총비용함수다. 〈식 5, 6〉의  $u$ 를 제거하고 〈식 4〉에 적용하면 〈식 7〉과 같은

식이 된다.

$$\dot{Y} = \sum_i \frac{P_i X_i}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \dot{X}_i + \sum_k \frac{Q_k S_k}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \dot{S}_k + \frac{-\frac{\partial C^*}{\partial Y}}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

기업은 공공자본스톡(public capital stock)을 조절할 수 없다. 공공자본스톡은 외생(Exogenously)적으로 주어진 것이다. 회사는 생산함수〈식 4〉의 제약하에서 민간 생산비용을 최소화한다. 주어진 산출물 수준과 공공자본에서 생산의 최적 민간비용을  $C = \sum P_i X_i = C(Y, P, S, T)$ 라 하면, 그 후 균형상태에서 공공자본 증가의 한계 편익은 〈식 8〉과 같다.

$$\frac{\partial C}{\partial S_k} = Q_k \quad \langle \text{식 8} \rangle$$

총비용함수와 회사의 비용함수 탄력성을 총비용 탄력성( $\eta^*$ )에서 공공자본을 반영한 탄력성( $\eta_{ck}$ )을 제외하면 비용함수 탄력성( $\eta$ )이라는  $[\frac{\partial C^*}{\partial Y} (1 - \frac{\partial C}{\partial S}) = \frac{\partial C}{\partial Y}]$  가정하에서 비교정태분석(Comparative static Analysis)을 이용한 총비용 탄력성( $\eta^*$ )은 〈식 9〉와 같다.

$$\eta^* = \frac{\partial C^*}{\partial Y} = \frac{\partial C}{\partial Y} / B = \eta / B \quad \langle \text{식 9} \rangle$$

상기의 이론을 바탕으로 한 분석 절차는 〈표 2〉와 같다.

### 1) 순 사회적 수익률

정부는 경제상태에서 모든 자원 비용의 현재 가치를 최소화함에 의해 도로자본의 총량을 선택한다고 가정한다. 즉, 정부는 공공자본의 이용자 비용(user cost)과 산업의 한계 편익이 동등해지는 정도에서 공공자본의 수준을 선택한다.  $P_s$ 는 취득 가격,  $\rho$ 는

표 2\_ 분석 절차

(1) 수요함수  $\dot{Y} = \lambda + \alpha(\dot{P}_y - \dot{P}_g) + \beta\dot{Z} + (1-\beta)\dot{N}$  이용하여 각 산업별  $\alpha, \beta, \lambda$  추정

$\dot{Y}_j$ : 산출물 성장률,  $\dot{P}_y$ : 산출물 가격 성장률,  $\dot{P}_g$ : 국민총생산 Deflator,  $\dot{Z}$ : 수입 증가율,  $\dot{N}$ : 인구 증가율



(2)  $C = (P_K, P_L, P_f, Y, U_s, t; S)$ 를 Generalized McFadden 비용함수로 기반시설 자본의 비용 탄력성과 비용함수의 계수 추정

$$C(P, Y, u_s, t; S) = (0.5 \sum_i \alpha_{ij} P_i P_j / \sum_i \theta_i P_i + \sum_i b_{ii} P_i + [\sum_i c P_i] t + [\sum_i^j c_{iu} P_i] u_s + b_{yy} [\sum_i \gamma_i P_i] Y + [\sum_i c_{is} P_i] S + d_{ss} [\sum_i \phi_i P_i] S^2) Y + \sum_i b_{ij} P_i + c_s [\sum_i \psi_i P_i] S, \quad I, J = 1, \dots, n,$$

$$-\frac{\partial C}{\partial S} = -[\sum_i c_{is} P_i + 2d_{ss} [\sum_i \phi_i P_i] S] Y - [\sum_i \psi_i P_i] c_s: \text{산업 } f \text{에서 도로자본 서비스의 한계 편익}$$



(3) TFP 산정

수요함수와 비용함수로 추정된 계수를 사용하여 TFP 산정에 필요한  $A, B, k, \eta, \eta^*, \eta_{\alpha}$  산정

$$A = \frac{\kappa - \eta}{\kappa} / (1 - \alpha(\eta - 1)), \quad B = 1 - \sum \eta_{\alpha k}, \quad \kappa = P_Y Y / C^*, \quad \eta = \partial C / \partial Y^* C / Y$$

$$\eta^* = \frac{\eta}{1 - \eta_{cs}}, \quad \eta_{\alpha k} = \partial C / \partial S^* C / S, \quad \eta_{cs} = \partial X / \partial S$$

상기 계수를 이용하여 산정

$$TFP = A[\alpha\dot{\eta} + \alpha(1+\theta)] + A\alpha[\sum_i \hat{\Pi}_i \dot{P}_i - \dot{P}_g] + A[\lambda + \beta\dot{Z} + (1-\beta)\dot{N}] + [A\alpha - \frac{1}{kB}] \sum_s \eta_{\alpha k} \dot{S}_k + [A\alpha - \frac{1}{kB}] \dot{T}$$

$A\alpha[\sum_i \hat{\Pi}_i \dot{P}_i - \dot{P}_g]$ : a factor price effect (요소가격 변화)

$A[\lambda + \beta\dot{Z} + (1-\beta)\dot{N}]$ : an exogenous demand effect (외생 수요 효과)

$[A\alpha - \frac{1}{kB}] \sum_s \eta_{\alpha k} \dot{S}_k$ : a public capital effect (공공자본 효과)

$[A\alpha - \frac{1}{kB}] \dot{T}$ : disembodied technical change (비체화적 기술 변화)

$\kappa = P_Y / AC^*$ :  $P_y$ (산출물 가격)  $AC^*$ (평균 총비용),  $\eta$ : 비용함수 탄력성,  $\eta^*$ : 총비용 탄력성,  $\eta_{\alpha k}$ : 공공자본을 반영한 탄력성

할인 요인,  $\delta$ 는 도로자본의 감가상각률이다. 도로 자본의 최적량은  $S^*$ 에 대해서 식을 풀면 찾을 수 있다. 공공자본의 순사회적 수익률(the net social rate of return)은 한계 편익의 총량에서 공공자본의 감가상각률을 제하고 구한다.

$$\sum_{f=1}^F m_k(P_k, Y_k, u_k, t, S^*) = \sum_{f=1}^F -\frac{\partial C_f}{\partial S} = P_s(\rho + \delta) \quad \langle \text{식 10} \rangle$$

$$\gamma_S = \frac{\sum_{f=1}^F m_k(P_k, Y_k, u_k, t, S^*)}{P_s} - \delta \quad \langle \text{식 11} \rangle$$

## 2) 최적 도로자본스톡

도로자본의 최적 스톡은 한계편익으로 계산된다. 도로자본의 이용은 산업별로 차이가 있으며, 한계편익의 부호와 크기도 산업별로 다르다. 도로자본의 최적 스톡( $S^*$ )은 한계 편익에 따라 서로 다르다. 공공자본의 한계 비용에 관련한 함수와 한계 지불 용의액 합계가 교차되는 지점이 도로자본의 최적 합계( $S^*$ )다. 도로자본 투자가 미흡하거나 과다 투자됐는지를 확인하는 것은  $S^*/S_0$ 다.

〈그림 1〉에서 한계 지불용의액 함수의 합과 교차하는 한계비용( $Sm_f$ )의 점 A 아래 있는 것은 과투자율 나타낸 것이며, 반면에 A 위에 있는 것은 투자가 부족하다는 것을 나타낸다. 실제 도로자본과 최적 도로자본 사이의 차이는 도로자본의 한계 비용 추정에 의거한다.

## III. 분석 결과

### 1. 수요함수 분석 결과

산업의 비용함수와 수요함수는 비용함수와 집합적 경제 사이의 직접관계를 추정하는 것이다. 수요의 가격 탄력성은 〈표 2〉의 수요함수 추정치다.  $\alpha=0$ 은 수요가 완전 비탄력적인 것을 의미하며,  $\alpha=1$ 은 단위

그림 1\_ 최적 도로자본스톡

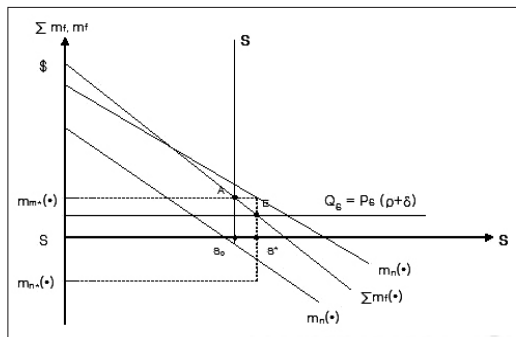


표 3\_ 수요함수 계수 추정(1970~2007)

구분	$\alpha$	$\beta$
총산업	-0.062*	-0.108**

주: F값=9.48(0.001),  $R^2=0.563$ , t값: \*은 95% 신뢰도에서 유의하고, \*\*은 90% 신뢰도에서 유의함.

탄력적인 것을,  $\alpha > 1$ 이면 탄력적인 것을 의미한다.

〈표 3〉의 수요함수 추정 결과를 살펴보면 총산업에 대해 음의 계수가 나타났다. 산출물 수요의 가격 탄력성이 1보다 작다. 산출물 수요의 가격 탄력성이 1보다는 작고 음이 나타난 것은 국민총생산 deflator 성장률이 생산자 가격 성장률보다 높은 것에 기인하는 것으로 판단된다.

### 2. 총산업 도로자본의 공헌도

본 논문의 연구 목적은 생산성과 총산업의 비용 구조의 도로자본스톡 효과를 비용함수로 분석하는 것이다. 도로자본스톡의 생산성 효과를 계산하기 위해서는 도로자본에 관련된 비용 탄력성과 총산업의 규모에서 도로자본의 공헌도를 유추하여야 한다. 간접효과 또는 요소 편익효과(factor bias effect)는 민간 부문 투입 수요함수에서 도로자본의 효과에 의해 계산된다. 본 논문에서는 ① 비용 감소와 생산의 규모, ② 민간자본스톡, 노동, 그리고 중간재 투입에 대한 수요, ③ 도로자본의 한계 편익, ④ 총요소 생산성에 대한 도로자본의 공헌도를 산정하였다.

$\eta_{cs}$ 는 총 도로자본에 대한 민간비용 탄력성,  $\eta_s$ 는 산출물에 대한 비용 탄력성,  $\eta^*$ 는 도로자본을 포함한 산출물에 관련된 모든 투입물의 비용 탄력성을 나타낸다. 양(+)의 비용탄력성( $\eta_{cs}$ )은 도로자본 서비스가 산업에서 공급 과잉되고 있다는 것을 증명할 수 있다(하지만 양(+)의 비용 탄력성은 산업에서 도로자본 서비스에 대한 수요를 필요로 하지 않는다는 것은 아니다. 즉, 양(+)의 비용 탄력성이 나타나더라도 산

업에 대한 도로 공급은 필요하다(즉, 산업은 도로 자본에서 용량 초과에 직면하는 것을 의미한다). 민간기업에서 민간자본스톡의 초과 용량 개념과 유사한 경우다. 만약 생산에 대한 수요의 변화에도 불구하고 기업이 이용량을 자유롭게 처분할 수 없고 자본스톡을 완전히 이용하고 싶다면, 회사의 비용은 상승하는 것을 의미한다.

도로자본은 비용함수에 포함된다. 만약 산업이 도로자본서비스의 최적량을 결정하는 것에 자유롭다면, 산업은 도로자본 서비스의 부가단위의 한계편익을 0인 수준에서 결정할 것이다.

도로 서비스의 최적수준은 도로자본의 한계 편익이 산업의 한계 비용 또는 지불의사액과 동일해지는 도로자본의 한계 편익 수준으로 모형에 의해 추정된다.

$\eta$ ,  $\eta^*$ 는 규모의 수익률(return to scale)로 해석된다.  $\eta$ 의 역수는 도로자본이 고정상태에서 노동, 자본, 그리고 중간재의 균등한 비례적인 증가는 산출물에서  $1/\eta$ 의 균등한 증가가 나타나는 것이며, 총산업에서 1.408의 균등한 증가를 나타내는 것이다.  $\eta^*$ 의 역수는 도로자본을 포함한 모든 투입물에서 균등한 비례적인 증가가 산출물의  $1/\eta^*$ 에서 균등한 증가가 나타나는 것이며, 총산업에서 1.508의 비례적인 증가가 동일하게 나타내는 것이다.  $\eta$ ,  $\eta^*$ 는 총산업에서 1보다 작다. 이것은 규모의 내부 수익률(internal return)과 총 수익률(total return)이 증가한다는 것을 나타낸다. 규모 탄력성(scale elasticities)은 이용자의 도로자본 이용 여부에 민감하지는 않다.

표 4\_ 총산업 도로자본의 공헌도

비용 및 규모의 탄력성			노동, 자본 및 중간재에 대한 수요의 도로자본스톡 효과			한계 편익
$\eta_{CS}$	$\eta$	$\eta^*$	$\eta_{KS}$	$\eta_{LS}$	$\eta_{MS}$	MB
-0.071	0.710	0.663	0.182	0.216	0.172	0.190

도로자본은 생산성에 직·간접적 영향을 나타낸다. 공공자본의 한계 생산이 양(+)이라는 가정하에 직접효과가 나타난다. 즉, 공공자본 서비스의 증가는 민간 부문 생산비용을 감소시키기도 하고 증가시키기도 한다. 간접효과는 민간자본과 공공자본이 생산에서 보완재이기 때문에 증가하는 것이다. 즉, 공공자본을 반영한 민간자본의 한계 생산 편미분이 양(+)이라는 것이다. 만약 민간자본과 공공자본이 보완재이면, 이 가설검정은 공공자본의 증가가 주어진 자본의 임대 가격하에서 민간자본 형태의 증가, 그리고 민간자본의 한계 생산성의 증가, 보다 나은 민간 부문의 산출물 상승을 나타낸다. 노동, 자본 및 중간재에 대한 수요에서 도로자본스톡 효과를 분석하였다.

총산업에서 도로자본을 고려한 민간자본, 노동, 중간재는 모두 보완재로 나타났다. 이는 공공자본 투자가 증가하면, 자본, 노동 및 중간재의 투입물이 총산업에서 증가하는 것으로 나타났다.

도로자본의 한계편익은 산업의 민간비용 절감 효과라는 관점에서 파악된다. 비용 절감의 규모는 공공자본스톡의 크기에 관련된 생산의 산업비용과 공공자본에 관련된 비용의 산업 탄력성에 의존한다. 공공자본의 한계편익은 공공자본에 관련된 비용함수의 편미분에 음(-)을 취한다. 미분식은 지불용의액의 한계함수로서 해석된다.

1970~2007년의 기간 동안 각 산업의 도로자본 증가에 의한 평균 한계 편익은 총산업에서 도로자본 서비스의 부가적인 한 단위에 대한 지불용의액으로 해석된다. 지불용의액은 공공자본 운용과 건설에 이용되는 소득세, 휘발유세, 요금, 그리고 채권 이자율 등을 제외한 것이다. 총산업의 한계편익은 양(+)으로 나타났다. 이는 도로자본이 1천 원 증가하면 한계편익은 총산업에서 190원 발생하는 것과 같은 의미이다.

### 3. 총산업의 TFP 성장을 결과

사회기반시설의 효과를 분석하는 목적 중 한 가지가 생산성 성장에 얼마나 공헌하는지를 파악하는 것이다. TFP 성장의 분석 결과는 도로자본의 비용함수 추정 결과를 이용하여 계산하였다.

총산업은 1970~2007년까지 연평균 1.631%씩 성장하였다. 외생 수요(exogenous demand)는 매년 0.311%, 도로자본 효과는 매년 0.132%, 비체화적 기술변화(disembodied technical change)는 매년 0.701%씩 성장하였다. 또한, 요소가격(factor price) 효과는 매년 0.542%로 나타났다. 총산업의 생산성(total factor productivity) 성장률에 크게 공헌한 것은 2000년대에 들어서 급격하게 증가한 비체화적 기술변화다.

집합화된 자료로 분석한 결과는 도로자본 투자가 감소한 1980년대와 2000년대는 산업끼리 상호상쇄에 의해 일정하게 도로자본의 효과가 감소하는 것처럼 보일 수 있으며, 우리나라의 산업이 급격하게 성장하면서 선진국과 달리 도로자본이 차지하는 우리 경제의 기여도가 급격하게 감소한 것도 이와 같은 결과를 나타낼 수 있을 것이다.

### 4. 도로 투자의 사회적 수익률과 최적수준

도로자본의 순 사회적 수익률은 <표 6>과 같다. 수

표 5\_ 총산업의 TFP의 영향(10년 단위)

구분	요소가격 효과	외생수요 효과	도로자본 효과	비체화적 기술변화	TFP
1972~1980	1.210	0.282	0.337	0.400	2.023
1981~1990	0.428	0.322	0.062	0.350	1.141
1991~2000	0.332	0.362	0.106	0.580	0.463
2001~2007	0.145	0.263	0.004	1.761	2.060
전체 평균	0.542	0.311	0.132	0.701	1.631

표 6\_ 순 사회적 수익률

구분	도로자본 수익률		회사채 수익률	
1981~1985	0.44	0.41	0.20	0.17
1986~1990	0.38		0.14	
1991~1995	0.29	0.26	0.15	0.14
1996~2000	0.24		0.13	
2001~2007	0.21		0.07	

익률은 아주 높은 수준에서 시작하였다. 1981년에서 1985년까지의 수익률은 44%로 다소 높게 나타났다. 하지만, 시간이 지나면서 급격하게 수익률이 감소하여 1991년에서 2000년까지의 수익률은 26%, 2001년에서 2007년까지의 수익률은 21%로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 1991년 이후 30% 이하로 감소한 것으로 나타났다. 우리나라의 회사채 수익률은 1981년에서 1985년까지 20%에서 2001년에서 2007년까지 7%로 도로자본의 순 사회적 수익률과의 차이가 24% 정도에서 14%로 간격이 감소하였다.

Nadiri et al.(1996)은 한계편익을 이용하여 도로자본의 순 사회적 수익률을 구하였다. 1950년에서 1959년까지 이율이 4% 정도였지만, 도로자본의 수익률은 47.9%로 계산하였으며, 1980년에서 1989년까지 이율은 11%였지만 도로자본의 수익률은 16.1%라고 하였다. 도로자본의 수익률이 점점 감소하면서 민간 자본 수익률과의 간격이 점점 감소한다고 하였다. 동일 자료로 Fernald(1992)는 수익률을 50%에서 100% 정도라고 결론지었으며, 그 이상도 있을 수 있다고 하였다. 본 논문의 연구 결과는 1980년대 이후에는 Nadiri et al.(1996)의 연구 결과와 유사하였다. 우리나라의 경우 급속한 경제성장으로 회사채 수익률이 높은 시기에는 도로자본의 수익률도 높게 나타났지만, 시간이 지남에 따라 회사채 수익률이 감소하는 것과 같이 도로자본의 수익률도 점점 낮아지는 것으로 나타났다.

산업별 한계 편익의 합계를 이용하여 각 연도에 대한 도로자본의 최적수준을 계산하였다. 도로자본의 실제 스톡에서 최적스톡의 비율은 <표 7>에  $S^*/S_0$ 의 평균 비율을 통해 산정하였다.

<그림 2>에서는 1980년 이후 최적 도로자본과 실제 도로자본의 비율이 1980년까지 감소하다가 계속 유지하는 것으로 나타났다.

우리나라의 도로자본스톡 성장률이 1978년 이후 감소한 후 1980년대 이후 다시 상승하여 최적 도로자본과 실제 도로자본의 비율 간격이 다시 감소하였지만, 10년간의 도로자본 투자 감소에 의해 도로자본스톡의 증가가 둔화되었다. 1988년 이후 도로 투자 증가로 인해 도로자본스톡이 증가하였지만, 최적 도로

자본스톡과 실제 도로자본스톡의 비율은 급격하게 감소하지 않은 것으로 나타났다. 이 결과로 볼 때 합리적이고 계획적인 도로 투자가 이루어지지 않는다면, 다시 최적 도로자본스톡과 실제 도로자본스톡의 비율의 간격을 줄이기 위해서는 향후 더 많은 투자와 시간이 필요한 것을 반증하는 것이다.

#### IV. 결론

도로자본스톡은 단기간 투자에 의해 축적되는 것이 아니라 장기간에 걸쳐 지속적인 투자를 통해서만 활용될 수 있는 특수한 공공재다. 이는 한정된 자원을 통해 정책 결정자가 공공기반시설 투자를 결정할 때 아주 유의할 사항으로 판단된다.

도로자본의 생산성 연구 결과를 통해 아직까지 우리나라의 도로자본이 부족하고 생산성에 영향을 주는 것으로 나타났다.

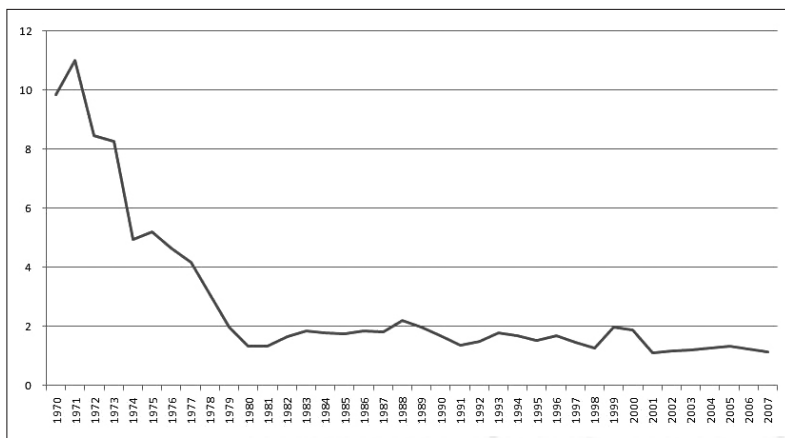
정책 결정자의 결정에 의해 일부 기반시설의 투자가 감소(특히, 도로)하면, 이를 회복하기 위해서 향후에 더 많은 시간과 투자가 필요할 것이다. 효율적인 도로망의 확충을 위해 지속적인 투자 계획과 계획적인 도로망 구축을 위해서는 체계적이고 지속적인 도로망 확충이 필요할 것으로 판단된다.

집합분석의 결과를 이용하여 1970~2007년까지의 도로자본의 실제 수준과 최적 수준을 계산하였으며, 도로자본은 아직 최적수준에서 부족한 것으로 나타났다. 본 논문의 연구 결과를 통해 검토해 보면 우리나라의 도로자본은 1970년대에는 매우 부족한 것으로 나타났으며, 1970년대 후반으로 갈

표 7\_ 도로자본 투자의 최적수준

구분	최적수준		
	$S^*/S$	$S^*/S$	$S^*/S$
1970~1975	8.52	6.18	2.79
1976~1980	3.83		
1981~1985	1.61	1.77	
1986~1990	1.93		
1991~1995	1.62	1.61	
1996~2000	1.60		
2001~2007	1.31		

그림 2\_ 도로자본과 최적 도로자본 비율(1970~2007)



수록 비율은 급격하게 감소하였지만, 분석기간 동안 도로자본의 투자는 부족한 것으로 나타났다. 또한, 합리적이고 계획적인 도로 투자가 이루어져야만 향후 투자와 시간을 절약 할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 지속적인 계획적인 도로 투자가 필요하다는 것을 반증한 것이다.

도로자본의 총요소 생산성 성장률의 공헌도는 산업에서 양(+)으로 나타났으며, 산업에서 총요소 생산성 공헌 정도는 비체화적 기술변화, 외생 수요, 그리고 도로자본 효과 순으로 나타났다.

도시 내 통행, 근거리 및 지역 간 수송을 담당하는 도로는 지속적인 투자가 필요한 것은 자명한 사실이며, 향후 우리나라 경제의 악영향을 최소화하기 위해서는 보다 계획적이고 지속적인 도로 투자가 필요할 것이다.

본 논문은 기존의 연구 결과와 비교분석의 한계점이 존재하고 있다. 이와 같은 한계점을 극복하기 위해서는 ① 다양한 방법론에 관한 연구가 필요하며, 방법론에 이용되는 자료의 경제학적 문제점을 보정할 수 있는 자료구축 방법론의 개발이 필요하다. ② 가설검증을 명확하게 설정할 수 있는 방법이 필요하다. 가설검증을 명확하게 증명할 수 있는 방법론의 모형 제시는 보다 명확한 정책 질문에 대한 해석이 가능할 것이다.

## 참고문헌 •••••

국우각, 2008. “도로 투자의 사회적 수익률: 도로 투자의 최적수준”. 한양대학교 박사학위 논문.  
고용노동부, 각 연도(1970~2000). 노동연감. 경기: 고용노동부 통계청. 1968, 1977, 1987, 1997. 국부통계. 대전: 통계청.  
\_\_\_\_\_. 각 연도(1970~2007). 경제활동인구조사. 대전: 통계청.  
표학길, 2003. “한국의 산업별·자산별 자본스톡추계(1953~2000)”. 한국경제의 분석 제9권 제1호. pp203-282.  
한국은행, 1970, 1973, 1975, 1978, 1980, 1983, 1985, 1986, 1987,

1988, 1990, 1993, 1995, 1998, 2000. 산업연관표. 서울: 한국은행.  
\_\_\_\_\_. 2004. 국민계정. 서울: 한국은행.  
\_\_\_\_\_. 각 연도(1970~2000). 기업경영분석. 서울: 한국은행.  
행정안전부, 2008. 행정안전통계연보. 서울: 행정안전부.  
행정자치부, 각 연도(1998~2007). 행정자치통계연보. 서울: 행정자치부.  
Albala-Bertrand, J. M. and Mamatzakis, E. C. 2001. “The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy”. *Queen Mary University of London Department of Economics Working Paper* no.435. London: Queen Mary University of London.  
Berndt, Ernst R. and hansson, Bengt. 1991. “Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden”. *NBER Working Papers Series* no.3842. Cambridge, U.S.A: National Bureau of Economic Research.  
Ezcurra, Roberto., Carlos, Gil., Pedro, Pascual. and Manuel, Rapun. 2005. “Public Capital, Regional Productivity and Spatial Spillovers”. *The Annals of Regional Science* vol.39. pp471-494.  
Fernald, John. 1992. *How Productive is Infrastructure? Distinguishing Reality and Illusion with a Panel of US Industries*. Cambridge, U.S.A: Harvard University.  
Gustavo, Carlos. and Salas, machicado. 2007. “Macroeconomic and Welfare Effect of Public Infrastructure Investment in Five Latin American Countries”. *Development Working paper Series* no.14. Bolivia: Institute for Advanced Development Studies.  
Harchaoui, Tarek M. and Tarkhani, Faouzi. 2003. “Public Capital and its Contribution to The Productivity Performance of The Canadian Business Sector”. *Economic Analysis Research Paper Series Statistics Canada* no.11F0027-no.017. Ottawa, Canada: Micro-Economic Analysis Division.  
Kaizuka, K. 1965. “Public Goods and Decentralization of Production”. *Review of Economics and Statistics* vol.47. pp118-120.  
Kamps, C. 2005. “The Dynamic Effects of Public Capital: VAR Evidence for 22 OECD Countries”. *International Tax and Public Finance* vol.12. pp533-558.  
Karagag, M. A., Onder, O. and Deliktas, E. 2005. “Growth of Factor Productivity in the Turkish Manufacturing Industry at Provincial Level”. *Regional Studies* vol.39, no.2. pp213-223.  
Moreno, Rosina., López-Bazo, Enrique. and Artí, Manuel. 2002. “Public Infrastructure and the Performance

- of Manufacturing Industries : Short- and Long-Run Effects". *Regional Science and Urban Economics* vol.32, no.1, pp97-121.
- Morrison, Catherine, and Schwartz, A. E. 1992. "State Infrastructure and Productive Performance". *American Economic Review* vol.86, no.5, pp1095-1111.
- Nadiri, M. I. and Mamuneas, T. P. 1991. "The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries". *Working Papers* 91-57. New York : C.V. Starr Center for Applied Economics, New York University.
- \_\_\_\_\_. 1996. "Contribution of Highway Capital to Industry and National Productivity Growth". Policy Development of FHWA, Work Order Number BAT-94-008. Washington, D.C : Federal Highway Administration.
- Nadiri, M. I. and Schankerman, M. A. 1981a. "Technical Change, Returns to Scale and Productivity Slowdown". *American Economic Review* vol.71, no.2, pp314-319.
- \_\_\_\_\_. 1981b. "The Structure of Production, Technological Change, and the Rate of Growth of Total Factor Productivity in U.S. Bell System". eds. Cowing, G. and Stevenson, R.E. in *Productivity Measurement in Regulated Industries*. New York : Academic Press.
- Pereira, A. M. and Sagales, O. R. 2006. "Public Infrastructure and Regional Asymmetries in Spain". *Department of Economics, College of William and Mary Working Papers* no.46. Williamsburg, U.S.A : College of William and Mary.
- Satya, Paul., Balbir, S. Sahni. and Bagala, P. Biswal. 2004. "Public Infrastructure and the Productive Performance of Canadian Manufacturing Industries". *Southern Economic Journal* vol.70, no.4, pp998-1011.
- Shah, A. 1992. "Dynamics of Public Infrastructure, Industrial Productivity and Profitability". *The Review of Economics and Statistics* vol.74, no.1, pp28-36.

- 
- 논문 접수일: 2013. 1. 29
  - 심사 시작일: 2013. 3. 27
  - 심사 완료일: 2013. 5. 7

## Social Contribution and Optimal Level of Road Capital in South Korea

**Keywords:** Optimal Level of Road Capital, TFP, Net Social Rates of Returns, Demand Function, Cost Function

In order to better inform decision-makers, more work should be done. More work should be done to analyze how Road investments and the provinces impact national economic growth and competitiveness. More work should also be conducted to understand the costs and benefits of Road investments and their industry specific impacts across national. Using a set of “aggregated” estimates, we calculated the “optimum” level of road capital and compared it with its actual level over the period 1970~2007. This results emerges is that the ratio of the optimum to actual road capital, measured by road, was high at beginning of the period 1970s and declined 2000s. There appears to be evidence of under-investment in road capital. That is continuous and premeditated investment for road which lead to saving time and finance. Contribution of the road capital of total factor productivity growth was positive (+) in the total industrial. The degree of contribution to total factor productivity growth in the total industry was disembodied technical change, an exogenous demand effect, road capital effect. In addition, Road capital contribution in about 0.13 which compared with reported estimates in the literature is relatively small.

### 한국 도로자본의 최적수준과 사회적 기여

**주제어:** 도로자본 최적 수준, 총요소 생산성, 사회적 수익률, 수요함수, 비용함수

정책 결정자들에게 더 좋은 정보를 제공하기 위해서는 도로 투자가 국가 경제성장과 경쟁력의 영향을 연구를 통해 분석하여야 하며, 특정 산업과 도로 투자 비용과 편익의 관계를 파악하기 위한 연구가 필요하다. 집합분석의 결과를 이용한 도로자본의 분석 결과는 아직 최적수준에서 부족한 것으로 나타났다. 본 논문의 연구 결과를 통해 검토해 보면 우리나라의 1970년대에는 도로 자본이 매우 부족한 것으로 나타났으며, 1970년대 후반으로 갈수록 비율은 급격하게 감소하였지만, 분석기간 동안 도로자본의 투자는 부족한 것으로 나타났다. 도로자본의 총요소 생산성 성장률의 공헌도는 총산업에서 양(+)으로 나타났으며, 산업에서 총요소 생산성에 공헌 정도는 비체화적 기술변화, 외생 수요, 그리고 도로자본 효과 순으로 나타났다. 또한, 도로자본의 총요소 생산성의 공헌도는 분석기간에서 0.13으로 기존연구에 비해 비교적 낮은 것으로 나타났다. 도시 내 통행, 근거리 및 지역 간 수송을 담당하는 도로는 지속적인 투자가 필요한 것은 자명한 사실이며, 향후 우리나라 경제의 악영향을 최소화하기 위해서는 보다 계획적이고 지속적인 도로 투자가 필요할 것이다.