

한국 도로 자본의 산업에 대한 영향과 도로자본 스톡의 최적수준 분석

Contribution of Road Capital in Industry and Optimal Level of Road Capital in South Korea

국우각 Kook, Woo Kag | 정회원 · 서울연구원 교통시스템연구실 초빙연구위원 (E-mail: wkkook@si.re.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : This study is to suggest the Contribution of Road Capital in Industry and Optimal Level of Road Investment in South Korea

METHODS : Based on the literature review, This research is empirically estimated using disaggregate and disaggregated data composed of 10-sectors covering the entire korea economy for the period 1970~2000. The relevant policy questions addressed in this report are : cost reduction and Scale elasticities of road, effect of road capital stock on demand for labor, capital and materials, marginal effect of road, industry TFP growth decomposition, Net Social Rates of Returns, optimal of road capital.

RESULTS : The marginal benefits of the road capital at the industry level were calculated using the estimated cost elasticities. Demand for the road capital services varies across industries as do the marginal effects. The marginal benefits are positive for the principal industries. This suggests that for these industries the existing stock of road capital may be under supplied.

CONCLUSIONS : 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 1990s. 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.

Keywords

TFP, optimal of road capital, net social rates of returns, demand function, cost function

Corresponding Author : Kook, Woo Kag, Visiting Research Fellow
Department of Transportation System Research, Seoul Institute,
57, Nambusunhwan-ro 340-gil, Seocho-gu, Seoul, 137-071, Korea
Tel : +82.2.2149.1076 Fax : +82.2.2149.1120
E-mail : wkkook@si.re.kr

International Journal of Highway Engineering
<http://www.ijhe.or.kr/>
ISSN 1738-7159 (Print)
ISSN 2287-3678 (Online)

1. 서론

공공정책을 실행하는데 가장 중요한 논제는 공공자본 공급이 과공급이나 부족하냐의 문제이다. 사회기반시설의 투자와 생산성 간에는 대부분 연관성을 가지고 있는 것으로 나타났지만, 연관성이 한 방향으로만 관련되어 있는 것도 아니고 예측이 쉽지도 않다. 반면에, 국가의 번영과 경쟁력을 위해서는 지속적인 사회기반시설의 투자 중요성이 강조되는 것도 현실이다.

유럽, 미국, 일본이 경제적 급성장 이후 경기후퇴에 직면하였고, 한국은 1997년 외환위기와 2008년 금융위기를 거치면서 경제활동환경은 이전과는 판이하게 변화되었다. 도로투자에 대한 투자여건은 더욱 악화될 것으로 예상되고 경제의 저성장으로 인한 재정수입의 감소, 경제전반의 구조조정, 사회복지비, 그리고 소득양극화 해소 등을 위한 재정지출수요의 증가 등으로 교통시설 투자재원의 조달여건은 과거에 비하여 악화

되고 있다.

현재 전 세계적으로 공공자본 서비스를 정부투자에서 민간으로 일부 이관하고 있는 실정이다. 독점시장에서 도로자본 서비스 제공을 도로자본의 수익률을 점차 악화시키고 있다. 즉, 도로자본 서비스 제공방법을 독점시장에서 자유경쟁시장으로 확대시켜 어느 정도 경쟁시장의 장을 제공하는 것이 도로자본 서비스의 수익률을 증가시키는 효과를 나타낼 수 있을 것이다.

하지만, 경쟁시장을 통해 다양한 주체에 의한 도로자본 서비스를 제공하는 것이 양질의 서비스 제공을 보장할지에 대해서도 알 수 없다. 그러면, 다음과 같은 질문이 나타나게 된다. 첫째, 한국 경제성장에서 도로자본 증가에 대한 직·간접적 효과는 어느 정도인가, 둘째, 한국의 도로의 순 사회적 순이익률과 최적 수준은 어느 정도인가이다. 이와 같은 질문에 대한 해답을 찾을 수 있다면, 도로 서비스의 효율성을 높일 수 있고, 또한 현재 도로투자의 적절한 수준을 유지하게 할 것이다.

2. 자료수집 및 구성

한국 경제를 10개 산업으로 분류하고 국부통계, 산업연관표, 국민계정, 그리고 노동통계연보 등 다양한 자료를 수집하여 1970년에서 2000년까지의 국민총소득, 노동·자본·중간재의 비용과 가격, 생산자가격, 도로자본스톡, 인구, 국민소득 등의 자료를 구축하였다.

본 연구목적에 맞는 산업별 자본스톡은 Pyo(2003)의 자료를 이용하여 자본의 서비스에 대한 이용자 비용(user cost)을 자본가격으로 정의하였다.

10개 부문의 산업별 노동 투입량을 알기 위해 우선 국민계정의 피용자 보수, 경제활동인구 조사, 행정자치 통계연감 그리고 노동연감을 이용하였다. 노동가격은 매월 임금을 근로시간으로 나누어 부문별 시간당 임금으로 구하였다.

한국은행에서 발행되는 국민계정과 산업연관표를 이용하여 총산출 및 중간재를 구하였다. 산업연관표는 산업분류가 자세하다는 장점이 있지만 특정연도에만 발표되었기 때문에 시계열적인 변화를 파악하기 위해서는 산업연관표 시계열적 추계가 필요하다. 이를 위해서 본 연구에서는 RAS법을 이용하여, 산업연관표와 국민소득통계의 불일치 존재 여부의 검정을 통해 산업연관표와 국민소득통계의 중간투입계를 일치시켜 중간재를 산정하였다.

Table 1. National Income VS. Input-output

(Unit : billion, %)

Year	GDP			Intermediate Demand		
	National Income (A)	Input-output (B)	Difference (B-A)/A	National Income (A)	Input-output (B)	Difference (B-A)/A
1975	10,386	9,722	-6.39%	14,532	11,268	-22.46%
1978	24,745	23,264	-5.98%	31,660	26,610	-15.95%
1980	38,775	37,116	-4.28%	58,230	56,521	-2.93%
1983	65,559	60,909	-7.09%	94,452	89,333	-5.42%
1985	84,061	78,848	-6.20%	117,491	111,816	-4.83%
1986	98,110	92,314	-5.91%	134,730	125,373	-6.95%
1987	115,165	106,212	-7.77%	160,755	146,486	-8.88%
1988	137,112	126,272	-7.91%	184,532	169,717	-8.03%
1990	183,994	178,317	-3.09%	235,517	238,648	1.33%
1993	290,676	272,579	-6.23%	347,870	340,225	-2.20%
1995	398,838	375,803	-5.78%	474,664	465,716	-1.89%
1998	484,133	471,605	-2.59%	628,716	591,353	-5.94%
2000	578,664	599,645	3.63%	755,898	793,283	4.95%

생산자 물가지수는 1969~2000년까지 농수산업(농림수산물, 농수산물, 농산식품, 수산물, 비식용농림수산물), 광업(연료광물, 기타비금속광물), 제조업, 전력·수도 및 도시가스, 건설업에 대해서 통계청과 한국은행에서 발간되는 자료를 본 연구의 목적에 맞게 10개 산업으로 구축하였다. 중간재 가격은 생산자 물가지수에 각 년도 보정된 산업연관표의 중간투입량과 투입유발계수의 가중평균값을 이용하여 Tornqvist 지수를 이용하였다.

Table 2. Descriptive Statistics Mean Values : 1970~2000

Industry	P_K	P_L	P_I	P_Y	K	L	I	Y
Ind 1*	0.040	0.058	0.074	0.094	0.095	0.023	0.033	0.017
Ind 2	0.021	0.042	0.066	0.093	0.000	-0.050	-0.044	-0.001
Ind 3	0.051	0.050	0.072	0.063	0.120	0.080	0.097	0.105
Ind 4	0.047	0.027	0.067	0.068	0.112	0.044	0.122	0.123
Ind 5	0.027	0.030	0.065	0.073	0.117	0.071	0.046	0.067
Ind 6	0.045	0.032	0.060	0.057	0.116	0.067	0.058	0.066
Ind 7	0.084	0.044	0.062	0.049	0.124	0.076	0.109	0.091
Ind 8	0.020	0.025	0.068	0.059	0.062	0.109	0.084	0.077
Ind 9	0.043	0.035	0.065	0.067	0.051	0.079	0.046	0.054
Ind 10	0.032	0.035	0.064	0.060	0.041	0.072	0.027	0.028
Total Ind	0.044	0.043	0.069	0.071	0.071	0.072	0.076	0.068

* 산업의 구분 - Ind 1: 농수산업, Ind 2: 광업, Ind 3: 제조업, Ind 4: 전기·가스/수도사업, Ind 5: 건설업, Ind 6: 도소매/음식숙박업, Ind 7: 운수·창고/통신업, Ind 8: 금융·보험·부동산서비스, Ind 9: 교육, 보건·사회·복지·기타 서비스, Ind 10: 공공행정/사회보장, Total Ind: 총산업

자본, 노동, 중간재, 산출물의 가격 증가율과 자본, 노동, 중간재, 산출물의 성장률은 Table 2와 같다.

도로자본스톡 추정에는 다항기준년도접속법을 이용하여 추정하였으며, 도로자본스톡 추정 시 가장 유의할 사항은 산업별 자본이 분석에 이용되기 때문에 도로자본을 국부통계 이상으로 산정할 수 없는 것이다.

도로자본스톡 추정은 『국부통계조사보고서』의 자산액을 기준년도 자료로 하고 이 자료를 기초로 지역별 부문별 사회간접자본스톡을 추정하는 방법을 이용하였다.

국토해양부의 도로부문 투자실적자료 현황, 교통시설 특별회계, 양여금, 지방비, 공기업의 도로부문 투자실적 자료를 이용하였다. 도로부문의 자본스톡을 추정하기 위해서는 국부통계조사가 이루어진 기준년도를 기준으로 1968년~1977년, 1978년~1987년, 1988년~1997년 사이의 폐기율을 추정하였다.

도로자본스톡의 추정모형은 다항기준년도접속법을 변형 사용하였으며, 기술발전, 경기변동 등으로 폐기율이 시간에 따라 변화한다는 보다 현실적인 가정을 도입하고, 폐기율이 모형식에서 내생적으로 계산되는 장점이 있도록 모형을 설정하였다. 즉, 도로부문 자본스톡을 추정하기 위해 다항기준년도접속법에 의하여 기준년도 사이의 기간별 폐기율을 구하고 추정된 폐기율을 이용하여 기준년도 자본스톡과 연도별 투자액을 접속하여 자본스톡을 추정하는 방법을 사용하였다. 도로자본스톡을 추정하기 위하여 다음과 같은 모형식을 설정하였다.

$$GK_t = GI_t(1-r) \cdot GI_{t-1} + (1-r)^2 \cdot GI_{t-2} + \dots + (1-r)^{s-1} \cdot GI_{t-s+1} + (1-r)^s \cdot GI_{t-s} \quad (1)$$

여기서, GK : 총 자본스톡

GI : 투자

t : 기준년도

s : 기준년도 간의 시차(연수)

r : 기준년도 사이의 폐기율

Eq. (1)의 모형식에서 폐기율을 추정하는 다음 이를 기준년도의 자본스톡자료와 매년의 조사자료를 접속하는 Eq. (2)의 모형을 적용하여 연도별 총고정자본스톡을 추정하였다.

$$GK_t = (1-r) \cdot GK_{t-1} + GI_t \quad (2)$$

Eq. (2)에서 설정한 다항식기준년도접속법의 기본공식에 의하여 추정된 연도별 폐기율과 기준년도 자본자료, 연도별 투자자료를 적용하여 연도별 자본스톡 시계열을 추정할 수 있다.

총자본스톡의 추정과정을 보면, 연도별 총자본스톡 추정식은 Eq. (3)과 같이 변형하여 표현할 수 있다. 기준년도 전기의 총자본스톡은 기준년도의 자본스톡, 투자, 폐기율을 적용하여 추정할 수 있으며, 같은 방식으로 기준년도 이외의 총자본스톡을 연차적으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} GK_{t-1} &= (GK_t - GI_t) / (1-r_t) \\ GK_{t-2} &= (GK_{t-1} - GI_{t-1}) / (1-r_{t-1}) \\ &\vdots \\ GK_{t-s+1} &= (GK_{t-s+1} - GI_{t-s+1}) / (1-r_{t-s+1}) \end{aligned} \quad (3)$$

본 연구에서 산정된 폐기율을 가지고 자본스톡을 추정한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Stock of Road Capital

(unit : billion won)

Year	NWS (1997)	2000	1997	Year	NWS (1997)	2000	1997
1968	3,965	4,501	3,965	1985		215,214	189,578
1969		10,287	9,061	1986		237,917	209,576
1970		17,288	15,229	1987	247,528	264,136	232,673
1971		23,835	20,996	1988		317,126	279,350
1972		33,816	29,788	1989		397,612	350,249
1973		44,946	39,592	1990		491,512	432,964
1974		56,463	49,737	1991		615,743	542,397
1975		70,809	62,374	1992		758,797	668,410
1976		88,105	77,610	1993		929,686	818,943
1977	103,641	107,705	94,875	1994		1,126,794	992,571
1978		114,048	100,462	1995		1,328,425	1,170,184
1979		120,690	106,313	1996		1,567,757	1,381,008
1980		127,318	112,152	1997	1,715,660	1,838,486	1,619,488
1981		134,192	118,207	1998		2,045,859	1,889,861
1982		154,825	136,382	1999		2,354,445	2,203,499
1983		171,445	151,023	2000		2,566,199	2,566,199
1984		191,676	168,843				

NWS : National Wealth Statistics

도로 효율율은 민간 투입물과 공공기반시설 자본 모두의 효율을 알 수 있는 비용함수식에 포함되어 있다. 많은 생산성 연구와 요소 수요 분석에서 노동, 중간재,

공장과 시설에서 투자에 대한 수요에 다소 영향을 주는 산출물의 수요에서 단기변동(상승과 하락)은 명백하게 나타났다. 비용함수에서 투입물의 스톡이 필요 서비스를 얻기 위한 효용율에 의해 조정되어진다는 것이다. 동일하게 기반시설에도 적용될 수 있다. 민간과 공공 투입물의 효용율을 알기 위해 비용함수에 독립변수로서 도로 특성 효용율을 이용하였으며, 도로 특성 효용율은 도로 네트워크 길이와 차량갯수의 비교척도로 구하였다.

3. 문헌 고찰

공공자본스톡의 연구는 생산성 연구와 동시에 이루어졌으며, 대부분의 연구자들은 비용에 관한 공공자본의 잠재가격을 -0.30 정도일 거라고 비용함수 접근법을 이용하여 연구를 시작하였지만, 추정결과는 $-0.15 \sim -0.4761$ 로 나왔다. Bagala et al.은 상업부문에 대한 비용절감을 공공자본에의 회수율로 11% 수준으로 추정하였다.

전체적으로 일치되는 것은 공공자본이 비용을 감소시키며 비용함수를 이용한 추정은 생산함수로 추정된 효과보다 훨씬 작다는 것이다. 생산함수모형과는 다르게,

비용함수는 공공자본과 민간자본이 대체될 수는 있으나 상보적이지는 않다고 제시하는 경향이 있다.

이러한 차이에 대한 주요 원인은 비용함수는 요소가격들을 통합시키며 일반적으로 몇 가지 방정식들로 추정되기 때문이다. 따라서 연구자들은 모든 모형의 투입물들 간의 교차탄력성을 추정할 수 있었다.

내생에 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. 하우스만 검정은 외생성에 대한 일반적인 검증도구로 사용된다.

비용함수 접근법에서 검토된 연구들은 생산함수를 사용하는 경우만큼 광범위한 합의된 결과를 가지지는 않지만 유사성을 갖는다. 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 부문수준의 자료에 따라 크게 변하지는 않는다.

비용함수 접근법에 검토된 연구결과들은 정책결정자

Table 4. Literature Review

Description				Direct Effect	Indirect Effect		
Author	Unit of Analysis	Specification	Public Capital	Cost	Labor	Capital	Intermediate
Shah(1992)	Mexican Manufacturing Sector 26	Variable Cost Translog	Total(Total Stock Adjusted with capacity utilization rate)	cost saving	complements Elasticity -0.006	complements Elasticity -0.0002	Substitute Elasticity 0.005
Nadiri & Mamuneas (1996)	USA Manufacturing Industries 1955-1986	generalized MCF	Road(Utilization)				
Albala-Bertrand & Mamtzakis(2001)	1959-1990 Greece Manufacturing Industries	Cost Translog			$-1.65 \sim 0.38$		
Moreno & Lopez-Bazo(2002)	1980-1991 Spain(Manufacturing Industries)	VC	Public Stock			$-1.36 \sim -0.06$	
Harchaoui & Tarkhani(2003)	Canada(Manufacturing Industries) 1961-2000	VC	Public Stock(Road)	capital 0.0929 Labor -0.0683 Inter -0.0882			
Tarek Harchaoui & Tarkhani(2003)	Canada (business sector) 1961-2000	VC	Public Stock(Road)	capital 0.0929 Labor -0.0683 Inter -0.0882			
Ezcurra & Gil(2005)	Spain(Private Section) 1964-1991	Cost/Production Function	Public/transportation Stock	cost saving		0.035 0.055	-0.154 -0.145

들에게 생산함수 접근법을 사용해온 연구자들에 의해 증명된 공공자본 투자의 긍정적이고 유익한 영향을 강조하였다.

사회기반시설 투자로부터 발생하는 비용절감에의 투입물으로써 생산요소가격들을 사용하면서, 연구자들은 이러한 편익들을 증명할 수 있었다.

그러나 이러한 편익들은 생산함수 접근법을 사용해서 나온 결과보다 더 작으며, 발생하는데 더 오래 시간이 걸리는 경향이 발생하여, 정책결정자들은 장기적인 관점에서 기반시설 투자로부터의 자본회수(pay back)를 고려해야 하며 단지 적정한 이윤만을 기대해야 한다고 하였다. 이와 같은 연구의 중요 형태를 요약한 것은 Table 4와 같다.

공공정책을 실행하는데 가장 중요한 논제는 공공자본 공급이 과공급이나 부족하냐의 문제이다. 공공자본 서비스의 최적공급은 잘 알려진 Kaizuka(1965)에 의해 수정된 Samuelson 조건에 의해 유추되어진다. 이 조건은 생산자와 소비자의 한계편익의 합계가 공공자본의 추가적인 단위 제공의 한계비용과 동일해지는 지점에서 제공된다는 것이다. 소비부문을 무시하면, 전체 경제의 민간자본 수익률과 도로자본 수익률을 비교하여 계산하는 것이 공공자본이 최적으로 제공되었는지를 결정하는 대안적인 방법이다. 공공자본의 최적공급은 제공된 공공자본의 비율과 민간자본의 비율이 동등해지는 것이다. 게다가, 도로자본의 수익률이 민간자본의 수익률보다 높다면, 도로자본은 공급부족이고 공공투자의 증가가 필수적일 것이다.

Nadiri(1993)는 제조업부문에서 공공기반시설의 수익률이 약 7% 정도이며, 민간자본의 수익률은 9%라고 하였다. Morrison(1991)은 다른 접근방법을 이용하였다. 공공자본의 이용자 비용(user cost)과 공공자본의 잠재가격을 비교하여 공공투자의 Tobin's ratio가 한 단위 초과하면, 연구에 사용된 분석자료에서 모든 지역의 제조업 부문의 사회적 최적화가 너무 낮은 수준이라고 제안하였다. 유사하게, Shah(1992)는 멕시코 제조업 부문에 대해 1.04로 Tobin's q를 추정하였으며, 공공자본에서 투자가 부족하다고 하였다. Berndt(1992)는 사전적(ex-ante) 임대가격으로 공공기반시설의 한계편익을 동일화하는 방법으로 최적 자본 스톡을 구하였으며, 실제 공공자본에서 공공자본스톡의 최적 수준의 비율을 계산하였다. 1960~70년까지는 공공자본스톡이 부족하였고, 1970~90년 기간은 공공자본스톡이 과투자되었다고 결론지었다.

4. 분석 방법

본 연구는 Nadiri & Schankerman(1981 a, b)와 Nadiri & Mamuneas(1992)에 의해 제안된 방법이며, 총요소 생산성 성장의 산출물수요, 비교투입가격, 기술변화, 그리고 공공재정자본의 공헌도를 추정할 수 있다. 이 방법은 생산성 과정상에서 공공자본 효과의 비교공헌도 분석이다.

산업산출물(Y), 민간투입물(X), 기반시설 자본 서비스(S), 비체화적 기술수준(T) 등의 3가지 투입요소를 이용하는 생산함수가 다음과 같다고 가정한다.

$$Y = F(X, S, T) \quad (4)$$

Eq. (4)을 시간으로 미분하고, 산출물로 나누면 Eq. (5)와 같다.

$$\dot{Y} = \sum_{i=1} \frac{\partial F}{\partial X_i} \frac{X_i}{Y} \dot{X}_i + \sum_{\kappa=1} \frac{\partial F}{\partial S_{\kappa}} \frac{S_{\kappa}}{Y} \dot{S}_{\kappa} + \frac{1}{Y} \frac{\partial F}{\partial T} \dot{T} \quad (5)$$

공공자본을 포함한 모든 투입물의 비용 최소화를 가정하면, P_i 는 i 번째 민간투입물의 가격이고, Q_{κ} 는 공공투입물(κ)의 잠재가격(Shadow Price)이다. 일계 조건(first-order condition)은 다음과 같다.

$$\frac{\partial F}{\partial X_i} = \frac{P_i}{u} \nabla_i \quad \text{and} \quad \frac{\partial F}{\partial S_{\kappa}} = \frac{Q_{\kappa}}{u} \nabla_{\kappa} \quad (6)$$

여기서, u 는 포락조건 하에서 Lagrangian Multiplier이다.

$$\frac{\partial C^*}{\partial Y} = u \quad \text{and} \quad -\frac{\partial C^*}{\partial T} = u \frac{\partial F}{\partial T} \quad (7)$$

여기서, $C^* = \sum_i P_i X_i + \sum_{\kappa} Q_{\kappa} S_{\kappa} = C^*(Y, P, Q, T)$ 는 공공자본의 잠재가격을 포함하는 총 비용함수이다. Eq. (6)과 Eq. (7)의 u 를 제거하고 Eq. (5)에 적용하면 Eq. (8)과 같은 식이 된다.

$$\dot{Y} = \sum_i \frac{P_i X_i}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \dot{X}_i + \sum_{\kappa} \frac{Q_{\kappa} S_{\kappa}}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \dot{S}_{\kappa} + \frac{-\frac{\partial C^*}{\partial T}}{\frac{\partial C^*}{\partial Y} Y} \dot{T} \quad (8)$$

회사는 공공자본스톡(public capital stock)을 조정할 수 없다. 공공자본스톡은 외생(Exogenously)적으로 주어진다. 회사는 생산함수식(4)의 제약 하에서 민간생산비용을 최소화한다. 주어진 산출물 수준과 공공자본에서 생산의 최적 민간비용을 $C = \sum_i P_i X_i = C(Y, P, S, T)$

라 하면, 그 후 균형상태에서 공공자본 증가의 한계편익은 Eq. (9)와 같다.

$$\frac{\partial C}{\partial S_k} = Q_k \quad (9)$$

총 비용함수와 회사의 비용함수의 탄력성을 총 비용 탄력성(η^*)에서 공공자본을 반영한 탄력성(η_{ck})을 제외하면 비용함수탄력성(η)이라는 $[\frac{\partial C^*}{\partial Y}(1 - \frac{\partial C}{\partial S_k}) = \frac{\partial C}{\partial Y}]$ 가정 하에서 비교정태분석(Comparative static Analysis)을 이용한 총 비용탄력성(η^*)은 다음과 같다.

$$\eta^* = \frac{\partial C^*}{\partial Y} = \frac{\partial C}{\partial Y} / B = \eta / B \quad (10)$$

상기의 이론을 바탕으로 한 분석절차는 다음과 같다.

(1) 수요함수 $\dot{Y}_f = \lambda_f + \alpha_f(P_{yf} - \dot{P}_g) + \beta_f \dot{Z} + (1 - \beta_f)\dot{N}$ 을 이용하여 각 산업별 α, β, λ 추정. 각 산업/총산업의 α 는 TFP 산정식의 α 에 이용됨.
 \dot{Y}_f : 산업별 산출물 성장률,
 \dot{P}_g : 산업별 산출물 가격 성장률
 \dot{P}_g : 국민총생산 Deflator
 \dot{Z} : 수입증가율 \dot{N} : 인구증가율



(2) $C = (P_{kf}, P_{lf}, P_{yf}, Y_f, U_s, t; S)$ 를 Generalized McFadden 비용함수로 기반시설 자본의 비용탄력성과 비용함수의 계수 추정
 $C(P_f, Y_f, u_s, t; S) = (0.5 \sum_i \alpha_{ij} P_{if} P_{jf} / \sum_i \theta_i P_{if} + \sum_i b_{ii} P_{if} + [\sum_i c_{P_{if}}] t + [\sum_i c_{iu} P_{if}] u_s + b_{yy} [\sum_i \gamma_i P_{if}] Y_f + [\sum_i c_{is} P_{if}] S + d_{ss} [\sum_i \phi_i P_{if}] S^2 + \sum_i b_i P_{if} + c_s [\sum_i \psi_i P_{if}] S, I, J = 1, \dots, n,$

K : 자본가격, L : 노동가격, I : 중간재가격,
 t : 시간경향변수, S : 도로자본서비스, U : 도로효율성
 $-\frac{\partial C_f}{\partial S} = -\left\{ \sum_i c_{is} P_{if} + 2d_{ss} [\sum_i \phi_i P_{if}] S \right\} Y_f - [\sum_i \psi_i P_{if}] c_s$
 : 산업 f 에서 도로자본 서비스의 한계편익



(3) TFP 산정
 수요함수와 비용함수로 추정된 계수를 사용하여 TFP 산정에 필요한 $A, B, \kappa, \eta, \eta^*, \eta_{ck}$ 산정

$$A = \frac{\kappa - \eta^*}{\kappa} / (1 - \alpha(\eta - 1))$$

$$B = 1 - \sum_k \eta_{ck}, \kappa = P_y Y / C^* \eta = \partial C / \partial Y^* C / Y$$

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

상기 계수를 이용하여 TFP 산정

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

$A\alpha [\sum_i \hat{\Pi}_i \dot{P}_i - \dot{P}_g]$: a factor price effect(요소가격 변화)
 $A[\lambda + \beta \dot{Z} + (1 - \beta)\dot{N}]$: an exogenous demand effect (외생 수요 효과)
 $[A\alpha - \frac{1}{kB}] \sum \eta_{ck} \dot{S}_k$: a public capital effect (공공 자본 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)
 η : 비용함수 탄력성, η^* : 총비용 탄력성,
 η_{ck} : 공공자본을 반영한 탄력성

4.1. 순 사회적 수익률(Net Social Rates of Returns)

정부는 경제상황에서 모든 자원비용의 현재 가치를 최소화함에 의해 도로자본의 총량을 선택한다고 가정한다. 즉, 정부는 공공자본의 이용자 비용(user cost)과 산업의 한계편익이 동등해지는 정도에서 공공자본의 수준을 선택할 수 있다.

$$\sum_{f=1}^F m_k(P_k, Y_k, u_k, t, S^*) = \sum_{f=1}^F -\frac{\partial C_f}{\partial S} = P_s(\rho + \delta) \quad (11)$$

P_s 는 취득가격, ρ 는 할인요인, δ 는 도로자본의 감가상각률이다. 도로자본의 최적양은 S^* 에 대해서 식을 풀면 찾을 수 있다. 공공자본의 순사회적 수익률(the net social rate of return)은 한계편익의 총량에서 공공자본의 감가상각률을 제하고 구한다.

$$\gamma_s = \frac{\sum_{f=1}^F m_k(P_k, Y_k, u_k, t, S^*)}{P_s} - \delta \quad (12)$$

4.2. 최적 도로자본스톡

도로자본의 최적 스톡은 한계편익으로 계산된다. 도로자본의 이용은 산업별로 차이가 있으며, 한계편익의 부

호와 크기도 산업별로 다르다. 도로자본의 최적 스톡(S^*)은 한계편익에 따라서도 다르다. 공공자본의 한계비용에 관련한 함수와 한계지불 용의액 합계가 교차되는 지점이 도로자본의 최적 합계(S^*)이다. 도로자본 투자가 미흡하거나 과다투자 됐는지를 확인하는 것은 S^*/S_0 이다.

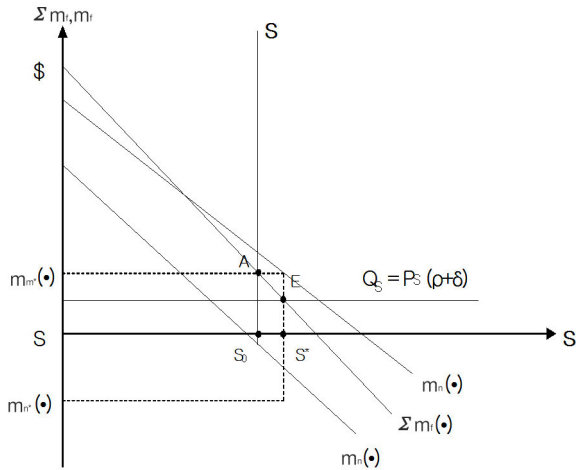


Fig 1. Demand for Public Capital Services

Fig. 1에서 한계 지불용의액 함수의 합과 교차하는 한계비용(Σm_i)의 점 A아래 있는 것은 과투자를 나타낸 것이며, 반면에 A 위에 있는 것은 투자가 부족하다는 것을 나타낸다. 실제 도로자본과 최적 도로자본 사이의 차이는 도로자본의 한계비용 추정에 의거한다.

5. 생산성 분석 및 수요함수 분석

5.1. 수요함수 분석

산업의 비용함수와 수요함수는 비용함수와 집합적 경제 사이의 직접적 관계를 추정하는 것이다. 수요의 가격탄력성은 식 $Y_j = \lambda_j + \alpha_j(P_{Y_j} - P_g) + \beta_j Z + (1 - \beta_j) N$ 의 α 추정치이다. $\alpha = 0$ 은 수요가 완전 비탄력적인 것을 의미하며, $\alpha = 1$ 은 단위 탄력적인 것을 $\alpha > 1$ 이면 탄력적인 것을 의미한다.

수요방정식은 산업별/총산업으로 추정한다. 즉, 식을 보면 각 산업에서 산출물의 성장률은 1인당 실제 수입의 성장률과 국민총생산 deflator에 의해 정규화(normalized)된 산출물 가격의 성장률로 일정(constant)하게 회귀(regress)된다. 게다가, 산업의 양적 수요 변화는 국민총생산 deflator와 관련된 산업의 가격 움직임과 경제적인 측면에서 인구와 집합적 수입의 수준 변화와 관련이 있는 것으로 나타난다.

Table 5의 수요함수 추정결과를 살펴보면 농수산업,

광업, 제조업, 전기가스 수도사업, 운수창고 및 통신업 부문에서 양의 계수가 나타났고, 건설업, 도소매 및 음식숙박업, 금융보험 부동산 사업 서비스, 교육 보건 사회복지 기타 서비스, 공공행정 국방 및 사회보장 부문에서는 음의 계수가 나타났다. 산출물 수요의 가격탄력성이 1보다는 작지만 음과 양이 나타난 것은 국민총생산 deflator 성장률이 생산자 가격 성장률보다 높은 것에 기인하는 것으로 판단된다. 수요함수 추정결과를 기존 연구 결과와 비교하여 보다 나은 결과를 도출하고자 하였지만, 유용하게 비교할 국내의 기존 연구가 부족한 실정이다. 부문별로 보면 음의 계수 중 건설업이 가장 크고 양의 계수는 농수산업이 가장 큰 것으로 나타났다.

Table 5. Estimation of Demand Function (1970~2000)

구분	α	β
Ind 1	0.1006	0.3585
Ind 2	-0.0903	0.1543
Ind 3	0.0010	0.4956
Ind 4	0.0328	0.1371
Ind 5	-0.0445	0.6338
Ind 6	-0.0325	0.2865
Ind 7	-0.1056	0.2245
Ind 8	-0.0003	0.1363
Ind 9	0.0067	-0.0201
Ind 10	0.0057	-0.0914

산출물 수요의 가격탄력성은 농수산업, 제조업, 전기 가스수도업, 그리고 공공행정국방 및 사회보장을 제외한 산업에서 음으로 나타났다. 이는 국민총생산 deflator 성장률이 생산자 가격 성장률보다 높게 나타난 결과일 수 있으며, Tarek & Faouzi(2003)와 Nadiri & Mamuneas(1996)의 연구결과를 살펴보아도 대부분의 산업에서 1보다 작게 나타났다.

5.2. 산업별 총요소 생산성

총산업에서 총요소 생산성에 공헌정도는 다음과 같다. 외생수요는 80%, 도로자본 효과는 5%, 비체화적 기술변화는 22.7% 정도 공헌하였다. 다만, 요소가격 효과는 0.4%로 거의 미비한 실정이었다. 제조업에서 총요소 생산성에 공헌정도는 외생수요는 75%, 도로자본 효과는 6.1%, 비체화적 기술변화는 13.7% 정도 공헌하였으며, 요소가격 효과는 -0.8%로 부의 영향을 나타냈다. Nadiri(1996)의 결과를 살펴보아도 미국 총 산업의

총요소 생산성 성장률 크게 공헌한 것은 외생수요 효과로 85% 정도라고 하였다.

제조업의 경우를 살펴보면, 1970년대는 외생수요 효

Table 6. Decomposition of Total Factor Productivity Growth(1970~2000)

Industry	Period	Factor Price	Exogenous Demand	Road Capital	Disembodied technical change	TFP
Ind 1	1972-1980	-1.893	0.367	0.001	-0.010	-0.989
	1981-1990	-0.715	0.468	0.000	-0.572	-0.410
	1991-2000	-0.367	0.295	0.000	-2.104	-1.687
	Average	-0.960	0.377	0.000	-0.926	-1.099
Ind 2	1972-1980	2.398	0.226	0.006	0.449	3.182
	1981-1990	0.705	0.234	0.000	0.560	1.073
	1991-2000	0.828	0.150	0.000	1.866	3.243
	Average	1.273	0.203	0.002	0.976	2.479
Ind 3	1972-1980	-0.015	0.514	0.118	0.176	0.794
	1981-1990	-0.006	0.630	0.007	0.097	0.727
	1991-2000	-0.004	0.379	0.004	0.143	0.553
	Average	-0.008	0.507	0.041	0.137	0.677
Ind 4	1972-1980	-0.692	0.232	0.000	0.502	0.149
	1981-1990	-0.055	0.238	0.000	0.206	0.427
	1991-2000	-0.145	0.158	0.000	0.126	0.253
	Average	-0.284	0.209	0.000	0.270	0.258
Ind 5	1972-1980	1.048	0.612	-0.062	0.364	2.044
	1981-1990	0.451	0.793	-0.004	0.338	1.669
	1991-2000	0.270	0.468	-0.004	0.956	1.473
	Average	0.574	0.625	-0.022	0.559	1.685
Ind 6	1972-1980	0.633	0.337	-0.010	0.428	1.307
	1981-1990	0.202	0.395	-0.001	0.324	0.880
	1991-2000	0.144	0.241	0.000	0.766	1.016
	Average	0.316	0.324	-0.003	0.509	1.063
Ind 7	1972-1980	1.932	0.304	0.001	0.576	2.424
	1981-1990	0.726	0.332	0.000	0.748	1.451
	1991-2000	0.313	0.207	0.000	2.251	2.669
	Average	0.958	0.281	0.001	1.213	2.197
Ind 8	1972-1980	0.008	0.211	0.259	0.195	0.672
	1981-1990	0.002	0.226	0.020	0.113	0.362
	1991-2000	0.003	0.147	0.021	0.171	0.348
	Average	0.004	0.194	0.094	0.158	0.451
Ind 9	1972-1980	-0.150	0.076	0.332	0.289	0.539
	1981-1990	-0.075	0.049	0.003	0.065	0.055
	1991-2000	-0.058	0.045	0.000	-0.051	-0.032
	Average	-0.092	0.056	0.104	0.095	0.174
Ind 10	1972-1980	-0.135	0.003	-0.022	0.080	-0.077
	1981-1990	-0.067	0.003	0.000	0.041	-0.022
	1991-2000	-0.051	0.004	0.000	0.064	0.021
	Average	-0.083	0.003	-0.007	0.061	-0.022
Total Ind	1972-1980	0.812	0.262	0.048	0.530	1.601
	1981-1990	0.292	0.304	0.003	0.426	1.007
	1991-2000	0.225	0.190	0.002	1.098	1.401
	Average	0.430	0.252	0.017	0.690	1.337

과 대비 도로 자본효과의 총요소 생산성의 영향이 23%로 나타났지만, 1980년대와 1990년대는 작아지는 것으로 나타났다. 총산업에서도 1970년대는 18.3%로 나타났지만, 1980년대와 1990년대는 점차 작아지는 것으로 나타났다.

Nadiri(1996)의 연구결과를 살펴봐도 1972년도 이전에는 외생수요 효과와 도로자본 효과의 총요소 생산성 공헌도가 차이가 적은 것으로 나타났지만, 1970년대와 1980년대는 급격하게 외생수요 효과와 도로자본효과의 총요소 생산성 공헌도가 벌어지는 것으로 나타났다.

Table 6은 총산업의 총요소 생산성의 요소영향을 10년 단위로 나타낸 것이다.

총요소 생산성 성장률도 총산업과 제조업의 경우가 약간 다르게 나타났다. 총산업은 1980년대 약간 증가한 후 1990년대 감소하는 것으로 나타났는데, 제조업의 경우는 1970년대부터 1990년대까지 계속 감소하는 것으로 나타났다.

제조업과 총산업의 경우 다양한 산업이 존재하여 집합화된 자료로 분석한 결과는 도로자본 투자가 감소한 1980년대에도 산업끼리 상호상쇄에 의해 일정하게 도로자본의 효과가 감소하는 것처럼 보일 수 있으며, 한국의 산업이 급격하게 성장하면서 선진국과 달리 도로자본이 차지하는 우리경제의 기여도가 급격하게 감소한 것도 이와 같은 결과를 나타낼 수 있을 것이다.

6. 도로자본스톡의 최적 수준 분석

6.1. 집계분석과 집합분석

기존 연구 결과를 살펴보면, 개별 산업의 탄력성을 산업별로 가중평균한 결과(집합분석 : Aggregated)와 국가적 자료로 총산업을 재 추정한 결과(집계분석 : Aggregate)가 차이가 있는 것으로 나타났다. Nadiri(1996)의 도로자본에 관한 연구결과를 살펴보면 투입물 탄력성이 집합분석(Aggregated)보다 집계분석(Aggregate)이 작은 것으로 나타났고, 내부 수익(Internal Return)률과 총 수익률(Total Return)은 집합분석(Aggregated)보다 집계분석(Aggregate)이 큰 것으로 나타났다.

이와 같이 개별 산업의 탄력성을 가중 평균한 집합분석과 국가적 자료로 총산업을 재 추정한 집계분석의 결과가 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 집합분석과 집계분석을 통해 차이를 파악함으로써 집합

분석을 통해 결과분석이 가능한지를 판단하고 사회적 수익률과 도로자본소득의 최적량을 구한다.

Table 7의 결과를 살펴보면, 도로자본을 고려한 민간 자본, 노동, 중간재의 탄력성은 보완재로 나타났으며, 이는 공공자본 투자가 증가하면, 국가산업측면에서 자본, 노동, 그리고 중간재의 투입물이 증가하는 것으로 나타났다.

Table 7. Estimation of McFadden Cost Function (1970~2000)

Parameter	Estimate	Standard Error	Parameter
a_{ki}	-0.46444	b_{ku}	0.00002
a_{ki}	0.21790	b_{lu}	-0.00009
a_{ii}	-0.22205	b_{iu}	0.00002
a_{kk}	-0.22219	b_{yy}	-0.06124
a_{ii}	0.08777	b_{ks}	-0.09840
a_{ii}	0.29694	b_{is}	-0.12342
b_{kk}	1.34034	b_{is}	0.04361
b_{ii}	1.14297	d_{ss}	0.00341
b_{ii}	-0.22818	d_k	-4.03654
b_{ki}	-0.00011	d_l	-0.81801
b_{ii}	0.00359	d_i	-2.43236
b_{ii}	-0.00152	d_s	0.45322
Equation		R^2	
Capital-Output		0.9917	
Labor-Output		0.9711	
Interm-Output		0.9966	
Log of Likelihood		1596.09	

또한, 도로자본을 고려한 민간자본과 노동은 집합분석과 집계분석이 유사한 결과로 나타났고, 중간재의 경우는 집계분석이 집합분석보다 작은 것으로 나타났다. η_{cs} 와 η_{ys} 는 집합분석이 집계 분석보다 작은 것으로 나타났으며, η , η^* 는 집합분석과 집계분석이 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 8. Difference of Aggregated VS. Aggregate

	η_{KS}	η_{LS}	η_{IS}	η_{cs}	η	η^*	η_{ys}
Aggregated	0.16762	0.18278	0.16055	-0.00455	0.76746	0.76399	0.00592
Aggregate	0.12852	0.16915	0.08034	-0.01644	0.71952	0.70709	0.02285

Nadiri(1996)의 연구결과와 본 분석결과의 집계/집합분석결과를 비교한 결과 크게 차이가 나지 않는 것으로 판단하여 집계분석으로 사회적 수익률과 도로자본 소득의 최적량을 구하기로 한다.

6.2. 순 사회적 수익률(Net Social Rates of Returns)

공공정책을 실행하는데 가장 중요한 논제는 공공자본 공급이 과공급이나 부족하냐의 문제이다. 공공자본 서비스의 최적 공급은 잘 알려진 Kaizuka(1965)에 의해 수정된 Samuelson 조건에 의해 유추되어진다.

이 조건은 생산자와 소비자의 한계편익의 합계가 공공자본의 추가적인 단위 제공의 한계비용과 동일해지는 지점에서 제공된다는 것이다. 소비부문을 무시하면, 전체 경제의 민간자본 수익률과 도로 자본 수익률을 비교하여 계산하는 것이 공공자본이 최적으로 제공되었는지를 결정하는 대안적인 방법이다.

공공자본의 최적 공급은 제공된 공공자본의 비율과 민간자본의 비율이 동등해지는 것이다. 게다가, 도로자본의 수익률이 민간자본의 수익률보다 높다면, 도로자본은 공급부족이고 공공투자의 증가가 필수적일 것이다.

도로자본의 순 사회적 수익률은 Table 9와 같다. 수익률은 아주 높은 수준에서 시작하였다. 1976년에서 1980년까지의 수익률은 67%로 아주 높게 나타났다.

하지만, 시간이 지나면서 급격하게 수익률이 감소하여 1981년에서 1990년까지의 수익률은 27.5%, 1991년에서 2000년까지의 수익률은 20%로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 1997년 이후 20% 이하로 감소한 것으로 나타났다.

한국의 회사채 수익률은 1976년에서 1980년까지 23.7%에서 1996년에서 2000년까지 11.7%로 도로자본의 순 사회적 수익률과의 차이가 40% 정도에서 6.3%로 간격이 감소하였다.

Table 9. Net Social Rates of Returns

	1976 - 1980	1981 - 1985	1986 - 1990	1991 - 1995	1996 - 2000	1981 - 1990	1991 - 2000	1976 - 2000	1981 - 2000
Return of corporate bond	0.237	0.168	0.143	0.151	0.117	0.156	0.134	0.163	0.145
γ_s	0.672	0.279	0.270	0.220	0.180	0.275	0.200	0.324	0.237

Nadiri(1996)는 한계편익을 이용하여 도로자본의 순 사회적 수익률을 구하였다. 1950년에서 1959년까지 이율이 4% 정도였지만, 도로자본의 수익률은 47.9%로 계산하였으면, 1980년에서 1989년까지 이율은 11%였지만 도로자본의 수익률은 16.1%라고 하였다. 도로자본의 수익률이 점점 감소하면서 민간자본의 수익률과의 간격이 점점 감소한다고 하였다. 동일자료를 이용한다.

Fernald(1992)는 수익률을 50%에서 100% 정도라고 결론지었으며, 그 이상도 있을 수 있다고 하였다.

연구결과는 1980년대 이전에는 Fernald(1992)의 연구와 유사한 결과를 가지고 있고 1980년대 이후는 Nadiri(1996)의 연구결과와 유사하였다.

한국의 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.

현재 한국은 공공자본 서비스를 정부투자에서 민간으로 일부 이관하고 있는 실정이다. 본 분석결과를 살펴보면, 1990년대 후반으로 가면서 회사채 수익률과 도로자본의 수익률 간격이 점점 줄어들고 있는 것으로 나타났다.

독점시장에서 도로자본 서비스 제공에 의한 도로자본 수익률이 점차 악화되고 있는 것이다. 즉, 독점시장에서 자유경쟁시장으로 도로자본 서비스 제공 주체를 점점 이관시켜 어느 정도의 경쟁시장으로 유도하는 것이 도로자본 서비스의 수익률이 증가하는 효과가 나타날 수 있는 것이며, 향후 다양한 주체에 의한 도로자본 서비스 제공은 경쟁시장으로 유도하는 것이 국가 경쟁력뿐만 아니라 비용대비 양질의 도로자본 서비스를 제공할 수 있게 되는 것이다.

하지만, 1996~2000년대에 민간수익률에 비해서 도로에 대한 수익률이 53.8% 이상 도로자본수익률이 높은 것으로 나타났다. 1991~1995년대의 회사채 수익률 대비 45.7%에서 1996~2000년대 53.8%로 증가하였다는 것은 시대별로 도로의 사회적 순 수익률 감소의 의미 이상으로 중요한 의미를 가지는 것이다.

이는 무조건적인 도로자본서비스 주체의 다양화를 통해 자유경쟁시장으로 유도하는 것을 지양해야 한다는 것이다. 도로자본 서비스 주체의 조정은 완급이 필요하며, 무조건적인 도로자본 서비스 제공의 주체 이관보다는 보다 면밀한 관찰을 통해 점차적으로 이루어져야 할 것이다.

6.3. 최적 도로자본스톡 수준

산업별 한계편익의 합계를 이용하여 각 년도에 대한 도로자본의 최적수준을 계산하였다. 도로자본의 실제스톡에서 최적 스톡의 비율은 Table 10에 S^*/S_0 의 평균 비율을 통해 산정하였다.

결과를 살펴보면, 한국의 S^*/S_0 비율은 1970년대에 매우 높았다. 하지만, 1970년대 후반으로 갈수록 비율

은 급격하게 감소하였지만, 아직까지 도로자본은 투자가 부족한 것으로 나타났다.

Table 10. The of Optimal to Actual Stock of Road Capital

Year	S^*/S	S^*/S	S^*/S
1971~1975	5.91	4.22	2.41 (1.71)
1976~1980	2.53		
1981~1985	1.46	1.57	
1986~1990	1.67		
1991~1995	1.41	1.45	
1996~2000	1.48		

() : Year-1976-2000

도로투자가 시간이 경과함에 따라 점차적으로 최적 수준에 도달하는 것으로 나타났다. 한국의 도로 최적 수준은 한국의 경제성장과 함께 성장하였으며, 외국 선진국에 비해 한국의 최적 자본스톡과 실제 자본스톡 사이의 간격이 급격하게 감소하였다.

한국의 도로자본스톡은 1970년대 23%, 1980년대 15%, 그리고 1990년대 18%로 성장하였다. 1970년부터 2000년까지 도로자본스톡의 성장률은 18% 정도였으나, 1978~1982년의 성장률은 8%, 1983~1987년의 성장률은 11%로 10년간 도로자본스톡 성장률은 9%였다.

Fig. 2에서도 1980년 이후 최적 도로자본과 실제 도로자본의 비율이 1970년대 감소하다가 다시 상승하는 것으로 나타났다. 한국의 도로자본스톡 성장률이 1978년 이후 감소한 후 1980년대 이후 다시 도로자본스톡 성장률이 다시 상승하여 최적 도로자본과 실제 도로자본의 비율간격이 다시 감소하였다.

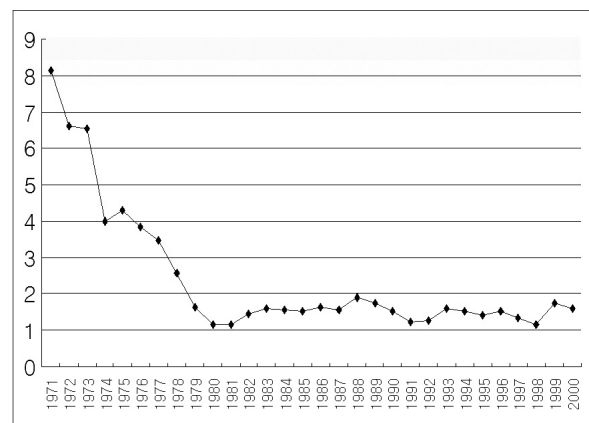


Fig 2. Ratio of Optimal to Actual Road Capital (1970~2000)

도로자본 투자가 1980년대 중반 이후 도로자본스톡의 증가가 둔화되어 1988년 이후 도로투자 증가로 의해

도로자본소득이 증가하였지만, 최적도로자본소득과 실제도로자본소득의 비율은 급격하게 감소하지 않은 것으로 나타났다.

이 결과로 보건대 합리적이고 계획적인 도로투자가 이루어지지 않는다면, 다시 최적도로자본소득과 실제도로자본소득의 비율의 간격을 줄이기 위해서는 향후 더 많은 투자와 시간이 필요한 것을 반증하는 것이다.

도로자본소득은 단기간 투자에 의해 축적되는 것이 아니라 장기간에 걸쳐 지속적인 투자를 통해서만 활용될 수 있는 특수한 공공재이다. 이는 한정된 자원을 통해 정책결정자가 공공기반시설 투자를 결정할 때 아주 유의할 사항으로 판단된다.

현재의 정책결정자의 결정에 의해 일부 기반시설의 투자가 감소하면, 이를 회복하기 위해서 향후에 더 많은 시간과 투자가 필요할 것이며 이를 막기 위해서는 공공기반시설에 대한 지속적인 투자와 계획적인 도로투자가 이루어져야 할 것이다.

7. 결론

정책결정자들에게 더 좋은 정보를 제공하기 위해서는 연구를 통해 지역의 사회기반시설의 투자가 국가경제 성장과 경쟁력의 긍정적인 영향을 제공한다는 것을 제시하여야 하며, 산업과 공공자본 투자의 비용과 편익을 파악하기 위한 연구가 필요하다. 하지만, 대부분 연구는 투자자금의 흐름으로써 사회기반시설을 한정된 연구이며, 이는 공공자본의 투자가 사회기반시설에 대한 수요에 영향을 줄 수 있다는 가정을 간과하고 있는 것이다.

본 논문은 민간부문 생산성 성장에서 총 도로자본에 의해 계산되어지는 도로자본의 공헌도를 추정하고 분석하는 것이며, 이 연구에 이용된 접근방법은 생산성에 영향을 주는 도로자본의 공헌도를 포함할 뿐만 아니라 수요와 공급을 명확하게 구체화할 수 있었다.

1970~2000년까지 우리나라의 전체 경제를 10개 산업으로 구분하여 비집계자료를 이용하여 실증적으로 추정하였으며, 산출물, 중간재, 민간자본, 그리고 노동의 척도를 포함하여 각 산업에 대해서 수요와 공급 함수를 추정하였다.

또한, 도로자본의 공헌도를 포함한 각 산업에 대한 생산성 성장률 결정인자에 대해서 규정하였으며, 각 산업에서 도로자본의 한계편익을 계산하였다.

전 산업에 대한 집합적인 추정은 개별산업의 탄력성

을 산업별로 가중평균한 집합분석(aggregate)과 국가적 자료로 총산업을 재 추정한 집계분석(aggregate)을 통해 추정하였다. 두 접근방법의 결과를 서로 비교하였고, 기존 연구와도 비교하였다.

이를 통해 집합분석의 결과로 도로 자본에 대한 순 사회적 수익률(the net social rate of return)과 도로자본이 과투자 됐는지 아니면 부족한지를 평가하기 위해 도로자본의 실제 비율에 대한 최적 비율을 계산하였다.

본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

도로자본의 총요소 생산성 성장률의 공헌도는 주요산업에서 양(+)으로 나타났으며, 도로자본의 주요 공헌도는 제조업에서 가장 큰 것으로 나타났다. 산업별로 다양한 결과가 나타났으며, 총산업에서 총요소 생산성에 공헌정도는 외생수요, 비체화적 기술변화, 그리고 도로자본 효과 순으로 나타났다.

도로자본의 공헌도는 산업과 국가경제 수준에서 경제 성장률과 생산성에 공헌을 하였으며, 공헌도는 시·공간(산업)적으로 다양하게 나타났다. 집합적 수준에서 도로자본에 대한 산출물의 탄력성 크기는 5.4%로서 기존문헌(Nadiri)과 유사하게 나타났다.

도로자본의 순 사회적 수익률로 산업별 한계편익을 이용하였으며, 1976년에서 1980년까지의 수익률은 67%로 아주 높게 나타났다. 하지만, 시간이 지나면서 급격하게 수익률이 감소하여 1981년에서 1990년까지의 수익률은 27.5%, 1991년에서 2000년까지의 수익률은 20%로 점차 감소하는 것으로 나타났으며, 1997년 이후 20%이하로 감소한 것으로 나타났다.

한국의 회사채 수익률은 1976년에서 1980년까지 23.7%에서 1996년에서 2000년까지 11.7%로 도로자본의 순 사회적 수익률과의 차이가 40% 정도에서 6.3%로 간격이 감소하였으며, 이는 독점시장에서 자유경쟁 시장으로 도로자본 서비스 제공주체를 점점 이관시켜 어느 정도의 경쟁시장으로 유도하는 것이 도로자본 서비스의 수익률이 증가하는 효과가 나타날 수 있다는 것이다.

하지만, 민간수익률에 비해서 도로에 대한 수익률이 1991~1995년대의 회사채 수익률 대비 45.7%에서 1996~2000년대 53.8%로 증가하였다는 것은 시대별로 도로의 사회적 순 수익률 감소의 의미 이상으로 중요한 의미를 가지는 것이다. 이는 도로자본 서비스 주체의 조정은 완급이 필요하며, 무조건적인 도로자본 서비스 제공의 주체 이관보다는 보다 면밀한 관찰을 통해 점차적으로 이루어져야 한다는 것이다.

집합분석의 결과를 이용하여 1970~2000년까지의 도로자본의 실제 수준과 최적 수준을 계산하였으며, 도로자본은 아직 최적 수준에서 부족한 것으로 나타났다.

분석결과를 통해 검토해 보면 한국의 1970년대에는 매우 부족한 것으로 나타났으며, 1970년대 후반으로 갈수록 비율은 급격하게 감소하였지만, 분석기간 동안 도로자본의 투자는 부족한 것으로 나타났다. 즉, 합리적이고 계획적인 도로투자가 이루어져야만 향후 투자와 시간을 절약할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 도로를 위해 지속적이고 계획적인 도로투자가 필요하다는 것을 반증한 것이다.

References

- Albala-Bertrand, Jose Miguel and Emmanouel C. Mamatzakis. (2001-02), "The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy" *Queen Mary, University of London, Department of Economics, Working Paper*, No. 435.
- Aschauer, David Alan. (1989), "Is Public Expenditure Productive?" *Journal of Monetary Economics*, Vol. 23, 177-200.
- Berndt, Ernst R. and B. Hansson. (1991), "Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden" *Paper presented at IUI, Sweden, March*.
- Bonaglia, Federico and La Ferrera, Eliana. (2000), "Public Capital and Economic Performance : Evidence from Italy" *Innocenzo Gasparini Institute for Economic Research. Working Paper Series(Italy)*, No. 163, 1-[29].
- Brox, James A. and Christina A. Fader. (2005), "Infrastructure Investment and Canadian Manufacturing" *Applied Economics*, Vol. 37, 1247-1256.
- Cohen, Jeffrey P. and Catherine J. Morrison Paul. (2004), "Public Infrastructure Investment, Interstate Spatial Spillovers, and Manufacturing Costs" *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 86, Issue 2, 551-560.
- Conrad, Klaus and Helmut Seitz. (1992), "The Economic Benefits of Public Infrastructure" *Institu fur Volkswirtschaftslehre und Statistik Universitat Mannheim Discussion Paper*, 469-92.
- Ezcurra, Roberto, Carlos Gil, Pedro Pascual and Manuel Rapun. (2005), "Public Capital, Regional Productivity and Spatial Spillovers" *The Annals of Regional Science*, Vol. 39, 471-494.
- Hulten, Charles R. and Robert M. Schwab. (1991), "Public Capital Formation and Growth of Regional Manufacturing Industries" mimeo, March.
- Keeler, T. E. and J. Ying. (1988), "Measuring the Benefits of a Large Public Investment : the Case of the U.S. Federal-aid Highway System" *Journal of Public Economics* 36(1), 64-86.
- Lynde, Catherine and James Richmond. (1992), "The Role of Public Capital in Production" *Review of Economics and Statistics* 74, 37-44.
- Lynde, Catherine and James Richmond. (1993), "Public Capital and Long-Run Costs in U.K. Manufacturing" *The Economic Journal* 103(July), 880-893.
- M. Ishaq Nadiri and Theofanis P. Mamuneas. (1996), "Contribution of Highway Capital to Industry and National Productivity Growth" *Policy Development of FHWA, Work Order Number BAT-94-008*.
- Ministry of Public Administration and Security. "Statistical Yearbook" seoul. Korea.
- Moreno, Rosina, Enrique LÚpez-Bazo and Manuel ArtÀ. (2002), "Public Infrastructure and the Performance of Manufacturing Industries : Short-and Long-Run Effects" *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 32, Issue 1, 97-121.
- Morrison, Catherine and Amy Ellen Schwartz. (1991), "State Infrastructure and Productive Performance" mimeo.
- Ministry of Employment and Labor. (1970-2000) "Yearbook of Labor Statistics" seoul. Korea.
- Nadiri, M. and M. Schankerman. (1981a), "Technical Change, Returns to Scale and Productivity Slowdown" *American Economic Review* 71(2), 314-319.
- Nadiri, M. and M. Schankerman. (1981b), "The Structure of Production, Technological Change, and the Rate of Growth of Total Factor Productivity in U.S. Bell System" in *Productivity Measurement in Regulated Industries*, G. Cowing and R.E. Stevenson (eds), Academic Press, New York.
- Nadiri, M. Ishaq and Theofanis P. Mamuneas. (1993), "The Effects of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of U.S. Manufacturing Industries" *C.V. Starr Center RR*, No. 91-157.
- Pyo, hakgil. (2003), Korea's industry-specific asset-specific capital stock estimates (1953-2000), *Analysis of the Korean economy*, Vol. 9. Issue 1. 203-282.
- (표학길, (2003), 한국의 산업별·자산별 자본스톡추계(1953-2000), 한국경제의 분석 Vol. 9. Issue 1. 203-282).
- Satya Paul, Balbir S. Sahni and Bagala P. Biswal. (2004), "Public Infrastructure and the Productive Performance of Canadian Manufacturing Industries" *Southern Economic Journal*, 70 (4), 998-1011.
- Seitz, Helmut. (1992a), "A Dual Economic Analysis of the Benefits of the Public Road Network" mimeo.
- Seitz, Helmut. (1992b), "Public Capital and the Demand for Private Inputs" mimeo.
- Shah, A.. (1992), "Dynamics of Public Infrastructure, Industrial Productivity and Profitability" *The Review of Economic and Statistics*, 28-36.

Statistics Korea. "National Wealth Statistics" Year(1968, 1977, 1987, 1997), seoul. Korea.

Statistics Korea. (1970-2000). "*Economically active population*" seoul. Korea.

Tarek M. Harchaoui and Faouzi Tarkhani. (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.

Tatom, John A. (1991b), "*Should Government Spending on Capital*

Goods Be Raised" mimeo

The Bank of Korea. "*Input-Output Tables*" Year(1970, 1973, 1975, 1978, 1980, 1983, 1985, 1986, 1987, 1988, 1990, 1993, 1995, 1998, 2000). seoul. Korea.

The Bank of Korea. (2004) "*National Accounts*" seoul. Korea.

The Bank of Korea. (1970-2000) "*Financial statement analysis*" seoul. Korea.

(접수일 : 2013. 1. 27 / 심사일 : 2013. 1. 30 / 심사완료일 : 2013. 5. 27)