

한국의 고속국도 운영기관의 효율성 분석

Efficiency in Express highway operation agency in Korea

김 종 훈 Kim, Jong heun
 강 경 우 Kang, Kyung woo

정회원 · 한양대학교 교통시스템공학과 박사과정 · 한국도로공사 수도권사업단장 (E-mail : kimjh84@ex.co.kr)
 비회원 · 한양대학교 교통시스템공학과 교수

ABSTRACT

Korea Highway Corporation has played a role of the construction and operation of the highway for the past for 40 years. The private sector since the 90s has made highway construction and operation. Central government and local governments were paid at subsidy in least operating income to 1.5896 trillion won for private operators from 2001 to 2008. Thus, Korea Highway Corporation will have important implications for understanding the cost structure. Korea Highway Corporation, a general analysis of the input element is used efficiently. And the operation of labor and capital estimated highly of the substitution elasticities. Korea Highway Corporation are judged to need financial separation of a strategic outsourcing(business) enabled and the construction(maintenance and management) and business institutions. In addition, currently running at highway the operation of institutions combined to configure a new institution, if that institution invigorate the hi-pass, more of the country's highway believe to be increase operational efficiency.

KEYWORDS

DEA, cost function, tobit model, express highway

요지

한국도로공사는 40년간 육상교통의 대동맥인 고속국도의 건설 및 운영 대부분을 담당하고 있다. 90년대 이후부터 민영에 의한 고속국도가 건설 및 운영중에 있다. 하지만, 2001년부터 2008년까지 최소운영수입 보장금 명목으로 중앙정부와 지방자치단체가 2001년~2008년까지 민자사업자에게 1조 5,896억원을 지급하였다. 이와 같은 현실에서 한국고속국도 대부분의 건설 및 운영을 담당하고 있는 한국도로공사의 비용구조 파악이 중요한 의미가 있을 것이다. 분석결과 노동과 자본·운영이 높은 교차탄력성을 나타내 높은 대체성이 존재하며, 자본과 운영은 자본의 상승(고속국도 연장 증가)과 고속국도 노후화에 따른 대체성은 다소 존재하지만, 낮은 대체탄력성을 나타내고 있다. 한국도로공사는 대체적으로 투입요소가 효율적으로 이용되고 있으며, 노동과 자본·운영의 대체탄력성이 높게 나타나 한국도로공사는 전략적으로 아웃소싱 활성화(영업부문)와 영업과 건설(유지관리 포함) 재무적 분리가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 고속국도 운영기관의 통합과 함께 하이패스를 활성화 시킨다면, 보다 우리나라 고속국도의 운영의 효율성은 상승시킬 것으로 판단된다.

핵심용어

자료포락기법, 비용함수, 토빗모형, 고속국도

1. 서론

사회간접자본은 직접적인 생산활동을 수행하지는 않지만 생산활동이 가능케 하기 위해 필요한 사회적 기반시설이라는 것이 일반적 정의로, 도로와 철도 등과 같은 교통관련 시설과 상하수도, 전력공급과 같은 물리적 형태뿐 아니라 넓은 의미

에서 교육, 행정, 공공보건 등 사회생활을 영위하기 위해서는 필수적인 요소이지만 개인 혹은 민간이 건설·운영하기에는 어려운 시설을 의미한다. 교통관련 시설 중 가장 대표적인 사회간접자본으로는 도로를 꼽을 수 있으며 도로 중에서도 1970년대부터 우리나라의 대동맥을 담당해온 고속국도가 그

대표적인 사회간접자본이다. 상기에 언급한 사회간접자본시설의 특성상 1990년대 후반까지는 정부 공공기관인 한국도로공사가 독점적으로 고속국도를 건설·운영하는 것이 당연시 되었지만 1990년대 후반부터는 여러 방식의 민간투자를 통하여 고속국도를 건설하고 이를 민간이 운영하는 형태로 고속국도의 건설·운영 방식이 다양화되는 현실이다.

이러한 민간투자방식의 사회간접자본 확충은 정부가 예산 부족으로 인해 사회적 편익이 가장 많이 발생하는 사회간접자본에 집중할 수밖에 없는 현실에 보조 역할을 할 수 있으며, 효율적 운영이 그 장점으로 판단되지만 이러한 장점과 더불어 사회간접자본 즉 공공재를 민간이 운영하는 것에 대해 요금에 대한 문제, 사회약자에 대한 배려 그리고 정부지원금 등 여러 문제점들이 나타나고 있다. 천안-논산고속도로를 시작으로 신공항고속도로, 서울-춘천고속도로, 서울-용인고속도로 그리고 지하철 9호선 등 민간투자를 통한 사회간접자본 건설·운영 중 가장 활발한 민간투자가 이루어지는 부분이 교통관련 시설이며, 이 중 고속국도 관련 투자가 매우 큰 비중을 차지하고 있다.

이와 같은 현실에서 “40년간 한국의 대동맥을 담당해온 한국도로공사의 비용구조는 어떠한가?”, “한국도로공사의 비용구조를 파악할 수 있다면, 전략적 투자를 어떻게 할 것인가?”, 그리고 고속국도 민간운영기관과 공공운영기관의 효율성은 어떠한가, 효율성에 미치는 외생적 요소는 무엇인가?”의 의문이 제기된다.

본 연구에서는 비용함수, DEA, 그리고 토빗모형을 이용하여 한국도로공사의 비용구조 및 한국고속국도 운영기관의 효율성 분석을 통해 전략적 제언을 하고자 한다.

2. 한국의 도로 정책 및 현황

1968년 고속국도 건설로 본격화된 우리나라 고속국도 연장은 2008년 현재 3,447km이고, 발달된 고속국도망은 국가 경제를 견인하고 전국을 단일생활권으로 묶는데 기여하였다. 국내 자동차 등록대수는 2008년 현재 1,679만대 정도이고 이와 함께 도로교통수요 역시 폭증하는 것이 현실이다. 30여년간의 도로분야 투자에도 불구하고 우리나라 도로보급률은 주요 선진국의 1/3 내지 1/4 수준에 그치고 있으며, 교통혼

표 1. 선진국과 우리나라의 도로시설 규모 비교(2007년)

구 분	단 위	한국	미국	영국	프랑스	이탈리아	일본
인구당 도로연장	km/천인	2.1	21.2	6.5	15.4	8.3	9.4
면적당 도로연장	km/km ²	1.0	0.7	1.6	1.7	1.3	3.1
국토계수당 도로연장	km/(km ² ×인)	1.5	3.8	3.3	5.2	3.7	5.4
차량당 도로연장	m/대	6.2	26.8	12.8	26	12.5	16

주 : 국토해양부

잡은 개선이 미흡한 실정이다.

대한민국의 도로정책을 살펴보기 위해서는 경제사회발전 5개년 계획과 국토종합개발계획을 검토함으로써 살펴 볼 수 있다. 경제사회발전 5개년 계획은 1963년부터 1996년까지 시행되었으며, 국민경제의 획기적인 발전을 도모하여 양적 성장과 아울러 질적 발전과 국민생활의 향상에 중점을 둔 5개년 단위의 경제계획으로써 1962~1981년까지 4차에 걸쳐 경제개발계획이 실시되었으며 1982년부터는 그 명칭이 경제사회발전계획으로 바뀌어 실시되고 있다. 1982~1986년의 제 5차, 1987~1991년의 제 6차, 그리고 1992~1996년의 제 7차 경제사회발전 5개년계획으로 이어졌다.

국토종합개발계획은 국토의 자연조건을 종합적으로 이용·개발 보존하며, 산업입지와 생활환경의 적정화를 기함으로써 국토의 경제적·사회적·문화적 발전을 이룩하여 국민의 복리향상에 기여하기 위한 목적으로 제정되었다.

제 1차 국토종합개발계획(1971~1981), 제 2차 국토종합개발계획(1982~1992), 제 3차 국토종합개발계획(1992~1999), 그리고 제 4차 국토종합개발계획(2000~2020)을 수립하였다. 표 2는 우리나라 도로정책의 주요 계획을 정리한 것이다.

표 2. 경제사회발전계획의 도로정책과 국토종합개발계획의 도로계획

경제사회발전 5개년 계획	도로 정책	국토종합 개발계획	도로 계획	비 고
제 1차 (1963-1967)	도로의 부분적 개수			
제 2차 (1968-1975)	고속도로 건설	제 1차 (1972-1981)	고속도로망의 확대 (간선교통망 형성), 고속도로와 일반국도 연결과 수단(화물, 터미널, 공항, 항만)간 도로 연결	1973년 1차 오일쇼크
제 3차 (1976-1981)	국도포장 본격화, 유지관리 체제강화			1978년 2차 오일쇼크 1979년 10. 26
제 4차 (1982-1986)	지방도 포장, 국도포장 및 유지관리 본격화	제 2차 (1982-1991)	간선교통망 확충(대도시와 주요 성장거점 도시간 연결), 국도·지방도의 개량 포장으로 중심도시와 배후지간의 접근도 향상	1986년 3차시 대(저유가, 저금리, 저환율) 1987년 6.29선언
제 5차 (1987-1991)	고속도로 확장, 일반국도 포장, 도로 및 고속국도의 유지관리			1988년 서울 올림픽 1990년 추가 폭락
제 6차 (1992-1996)	도로망의 확·포장 정비 및 투자 효율화 계획	제 3차 (1992-2000)	통합적 고속교통망의 구축(교통, 유통, 통신간의 연계체계 확립), 도시교통체계 개선, 교통 수요관리 도입	1997년 IMF
		제 4차 (2000-2020)	전국을 하나의 생활권으로 묶는 통합기간 교통망 형성 인간중심·환경중시의 교통체계구축 효과적인 SOC투자를 위한 종합투자조정계획 수립	2003년 카드대란 2008년 금융위기

우리나라의 고속국도는 2000년 2,131km에서 2008년 현재 3,447km로 증가하였으며, 2000년에서 2008년까지 1,316km가 증가하였다.

표 3. 우리나라 고속국도 연장 (단위: km)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
고속국도 연장	2,637	2,778	2,778	2,923	2,968	3,103	3,368	3,447
연도별 증가연장	506	141	-	145	45	135	265	79

2001년부터 2008년까지 중앙정부 및 지방자치단체가 민자사업자에게 최소운영수입 보장금 명목으로 지출된 금액은 1조 5,896억에 이르는 것이 현실이다.

최소운영수입 보장금이란 민자사업자가 국가 등을 대신해 건설한 도로·철도·항만·교량 등 사회기반시설의 운영시 실제 통행량과 예측치의 일정기준(80~90%)에 미치지 못할 때 그 차액을 지급해주는 것이다.

표 4. SOC 최소운영수입 보장금 (단위: 억원)

년도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
최소운영수입 보장금	652.7	762.3	1,535.8	1,788.9	1,479.4	2,074.7	3,262	4,340

인천공항고속도로가 2001년부터 8년 동안 무려 6,269억 원을 지급받아 가장 많았으며, 코레일이 최근 인수 계획을 밝힌 인천국제공항철도(2,706억 원)가 그 뒤를 이었다. 천안~논산 고속도로(2,446억 원), 대구~부산 고속도로(1,146억 원) 순으로 나타났다.

3. 이론 고찰

3.1. 비용함수

선행 연구와 비용함수 분석 방법론의 검토 결과 본 연구에서는 다음과 같이 함수를 설정하였다.

$$\ln C = \ln C(w, y) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln w_i + \sum_k \gamma_k \ln y_k + \frac{1}{2} \left(\sum_i \sum_l A_{il} \ln w_i \ln w_l + \sum_k \sum_n C_{kn} \ln y_k \ln y_n \right) + \epsilon_c \quad (1)$$

여기서, y : 산출량(톤km)

w : 요소가격(자본, 노동, 운영)

비용함수가 되기 위해서는 계수간의 대칭성 조건과 요소가격의 비용에 대한 1차 동차성 조건을 충족해야 한다. 이 조건에 따라 각 요소가격이 일정 비율로 증가하면, 비용도 동일한 비율로 증가하게 된다.

대칭성 : $A_{il} = A_{li}, B_{jm} = B_{mj}, C_{kn} = C_{nk}$

동차성 : $\sum_i \alpha_i = 1, \sum_i A_{il} = 0, \sum_i D_{ij} = 0, \sum_i E_{ik} = 0 \quad (2)$

초월대수함수를 이용해 비용함수를 추정할 경우, 추정의 효율성을 높이기 위해 일반적으로 투입요소의 비용점유율 방정식(cost share equation)과 함께 연립방정식 체계로 비용함수를 추정한다. 비용함수의 요소가격에 대한 1차도함수가 투입요소의 수요량과 같다는 Shephard's Lemma를 이용하면, 투입요소의 비용점유율 방정식은 다음과 같이 유도된다.

$$S_i = \frac{w_i x_i}{C} = \frac{w_i}{C} \frac{\partial C}{\partial w_i} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} \quad (3)$$

비용함수를 이용한 분석시 요소수요의 가격탄력성 분석은 투입요소의 효율성 및 투입요소 간의 상호관계를 파악함으로써 그 산업의 요소투입과 관련된 비용특성을 확인하는 방법이다. 우선 투입요소의 상대가격체계가 변화함에 따라 요소투입 배합비율이 어떻게 변화할 것이냐가 투입요소의 대체탄력성(elasticity of substitution)을 추정함으로써 파악할 수 있다. 이러한 요소 수요의 가격탄력성은 자기가격탄력성이나 교차가격탄력성을 이용한다. 트랜스로그 비용함수에서 두 생산투입요소 i 와 j 간의 대체탄력성과 요소탄력성은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{자기가격탄력성} : \sigma_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2} \quad (4)$$

$$\text{대체탄력성} : \sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + S_i \times S_j}{S_i \times S_j} \quad (5)$$

여기서, γ_{ij} : 요소가격 2차항 추정 계수

S_i : 투입요소 i 의 점유율

3.2. 자료포락기법(DEA)

자료포락기법은 실제 생산자(운영기관)가 효율성 지수를 찾기 위한 과정이다. 고속국도 운영기관의 효율성을 측정하기 위한 식의 정의는 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \phi_1 \\ & \text{s.t. } \sum_{j=1}^n w_j x_j - \phi_1 x_0 = -s_j^- \\ & \sum_{j=1}^n w_j y_j - y_0 = s_j^+ \\ & w_j \geq 0, j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (6)$$

여기서, $x_0 =$ 고속국도 운영기관별 투입물
 $y_0 =$ 고속국도 운영기관별 산출물
 $\phi_1 =$ 효율성
 $w_j = i, j$ 번째 투입물과 산출물의 가중치

3.3. 토빗 모형

종속변수가 양적변수이지만 일정 범위 안에서 관측될 수 없는 제한된 값을 가지는 경우가 있는데 예를 들어 $y_i^* > 0$ 이면 관측할 수 있고 $y_i^* < 0$ 이면 관측할 수 없는 경우를 들 수 있다. 이렇게 일정한 영역에서만 관측되는 변수를 종속변수로 하는 모형으로는 중도절단회귀모형(Censored regression model)과 음의 y_i^* 값이 표본에서 제외되는 절단회귀모형(Truncated regression model)이 있으며, 이 중 전자를 토빗모형이라고 한다. 토빗 모형은 아래와 같다.

$$Y_i^* = x_i \beta + e_i \quad e_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (7)$$

$$Y_i = Y_i^* \quad (if \ Y_i^* > 0) \quad (8)$$

$$Y_i = 0 \quad (if \ Y_i^* \leq 0)$$

식(7)에서 종속변수 Y_i^* 는 관찰불가능한 잠재변수(potent variable)이다. 이 변수의 값을 관찰할 수 있다면, 식(7)에서 일반적인 최소자승법을 적용하여 계수 β 의 일치추정량을 얻을 수 있다. 그러나 관찰가능한 변수는 Y_i 이다. 그런데 이 관찰 가능한 변수 Y_i 는 식(8)에서 보는 바와 같이 0 이상에서만 관찰 가능하다. 이 경우 식(8)의 Y_i 를 Y_i^* 를 대신 이용하여 식(7)을 최소자승법으로 추정하면 $E(e_i) \neq 0$ 이기 때문에 β 의 일치추정량을 얻을 수 없게 된다.

식(7), 식(8)과 같이 0의 값에서 Censored된 자료에 대해 최우추정법을 이용하여 일치추정량을 얻을 수 있다. 이 경우 전체 표본에 대한 우도함수는 식(9)와 같이 표시되며 일반적으로 이 우도함수에 로그값을 취해 얻어지는 $\ln L$ 을 극대화하는 방법으로 계수 추정치 β 를 구하게 된다.

$$\ln L = \sum_0 \ln(1 - \Phi(\frac{x_i \beta}{\sigma_u})) + \sum_0 [\ln \sigma_u + \ln \phi(\frac{y_i - x_i \beta}{\sigma_u})] \quad (9)$$

단, 1차항은 Y_i 가 0인 항의 합, 2차항은 Y_i 가 0보다 큰 항의 합이다. $\Phi(\cdot)$ 는 표준정규분포의 누적분포함수, $\phi(\cdot)$ 는 표준정규분포의 확률밀도함수를 나타낸다. 본 연구에서는 각 고속국도 운영기관 효율성을 종속변수로하고 외생변수(도로연장, 자동 징수율, 영업년도)를 독립변수로 선정하였다.

4. 자료 구축

4.1. 비용함수 자료 수집

한국도로공사 운영기관의 비용함수 분석을 위한 자료로는 한국도로공사 영업통계를 바탕으로 자본가격, 노동가격, 운영가격 그리고 산출물을 산정하여 비용함수를 분석하였다.

한국도로공사 운영기관의 비용함수 분석을 위한 자료 중 자본에 대한 자료는 한국도로공사의 영업통계연보를 이용하여 당좌와 재고 자산을 포함한 유동자산과 투자자산, 유형자산, 무형자산 그리고 기타비유동자산을 포함한 비유동자산을 합한 자산을 이용하여 총자산을 산정하였고, 산정한 자산을 다시 회사채 수익률과 감가상각률을 이용한 이용자비용을 산정하여 자본가격을 산정하였다. 당해연도 회사채 수익률은 한국은행 회사채 금리를 이용하여 구축하였으며, 당해연도 감가상각률은 한국도로공사의 감가상각충당금 비율을 이용하여 구축하였다. 한국도로공사 영업통계연보 자료를 이용하여 1970~2007년의 노동비용과 가격을 산정하였다. 노동비용 및 가격 자료에는 인건비, 제수당, 퇴직급여 그리고 복리후생비를 모두 포함하였으며, 노동비용을 한국도로공사 정원으로 나누어 노동가격 자료를 구축하였으며, 이를 실질가격으로 환산하였다. 철도운영기관에 대한 분석과 같은 경우는 동력비용과 전동차 유지비용을 이용하여 운영비용을 산정하였으나, 한국도로공사를 대상으로 하는 본 연구에서는 고속국도관리비와 고속국도개량비용을 운영비로 정의하고 분석하였다. 분석을 위해 구축된 자료에는 고속국도 관리를 위한 인건비, 수선유지비, 차량비 그리고 기타경비를 모두 포함하며, 보완공사, 덧씌우기 포장공사, 조경과 제설작업 비용을 모두 포함하여 도로관리비와 개량비를 합산하여 산정하였다. 산정된 가격과 비용은 gdp deflator를 이용하여 실질비용과 가격으로 환산하였다. 또한, 한국도로공사의 공공재적 성격을 반영하기 위하여 수요관련 지표인 연교통량-km 자료를 구축하여 산출물로 활용하였다.

이용자 비용을 산정하기 전 한국도로공사의 실질 자산총계를 살펴보면, 분석범위 38년 동안 한국도로공사의 자산은 약 40배 증가, 노동비용은 약 3.7배 증가, 그리고 운영비는 약 25배가 증가한 것으로 나타났다. 그림 1은 한국도로공사의 실질 자산총계, 노동비용, 그리고 운영비용의 변화 추이를 나타낸 것이다.

4.2. 운영기관 효율성 분석 자료 구축

2003년부터 2007년까지 현재 고속국도운영기관 중 5년 이상 운영되어 효율성을 비교 분석할 수 있을 것으로 판단되는 한국도로공사, 천안-논산고속국도 그리고 신공항하이웨이의 고속국도 운영기관을 선택하였다. 자료포락분석기법을 이용하여 운영기관 효율성을 측정하기 위해서는 투입량과 산

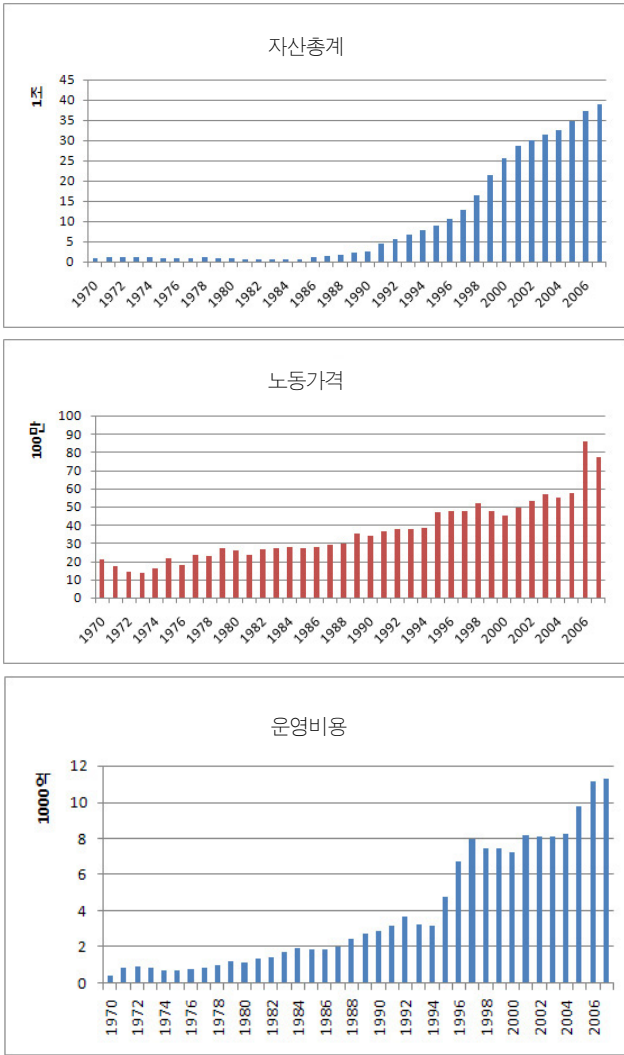


그림 1. 한국도로공사 자산총계, 노동가격, 운영비용의 변화 추이

출량의 정의가 우선되어야 한다.

고속국도 운영기관의 효율성 측정을 위해 구축한 투입량 자료는 각 운영기관의 매출원가와 영업을 제외한 부분에 사용되는 영업외비용을 투입량으로 구축하였다. 매출원가에는 지원사업비, 관리사업비, 유료도로관리권상각, 유지보수비, 인건비 등으로 구성되어 있다. 그리고 영업외비용은 매출원가를 산정한 이외의 비용으로 정의하여 투입물로 구축하였으며, 지급이자와 할인료, 사채이자, 기타의 대손상각, 각종 증권처분손실, 외환 차손 등 각종 재무적 손실 등이 영업외비용에 포함되어 있다.

각 운영기관의 투입량 자료는 한국도로공사는 영업통계연보, 천안-논산고속국도와 신공항하이웨이는 회계보고서 상의 손익계산서 자료 등을 이용하였다. 일반적 영리기관의 경우 해당 기관의 매출액 혹은 순수익을 효율성 측정의 산출물 지표로 쓰는 것이 일반적이다. 하지만 고속국도운영기관과 같이 일반적 영리기관이 아닌 공공재의 성격을 띄고 있기 때문에 산출량을 무엇으로 보느냐가 중요하다. 더구나 본 연구

는 한국도로공사와 같은 공공기관과 천안-논산고속국도, 신공항하이웨이와 같은 민간투자회사의 효율성 측정은 그 산출량을 무엇으로 하는냐가 매우 중요하다. 공공기업의 경우 공공서비스의 성격이 강하며, 민간투자회사는 영리를 목적으로 하기 때문이다.

철도 혹은 화물운송 운영기관과 같이 공공재적 성격을 갖는 운영기관은 승객-km와 같은 수요관련지표 혹은 차량-km와 같은 공급관련지표를 그 산출량으로 구축하게 된다. 본 연구에서는 공공운영기관과 민간운영기관을 동시에 비교하기 때문에 각 운영기관의 교통량과 더불어 매출액 역시 산출량으로 구축하여 분석하였다.

표 5. 효율성측정을 위한 투입량과 산출량 기초자료

	투입량		산출량1	산출량2
	매출원가(백만원)	영업외비용(백만원)	교통량(천대)	매출액(백만원)
평균값	677,964	360,469	567,259	966,466
최대값	2,433,932	1,012,326	1,751,972	3,303,621
최소값	51,589	59,517	20,193	55,817

각 운영기관 효율성에 영향을 미치는 요인을 살펴보고 분석하기 위하여 본 연구에서는 각 운영기관의 도로연장, 자동징수 이용률, 영업년도를 외생변수로 하여 분석하였다. 자동징수 이용률의 경우 한국도로공사의 경우 전자카드와 하이패스 사용의 합이며, 천안-논산고속국도와 신공항하이웨이의 경우 분석기간내 하이패스 사용이 되지 않았으므로 전자카드 사용률을 자동징수로 정의하였다.

표 6. 외생변수

	자동징수	영업년도(년)	도로연장(km)
평균	28.6%	15.67	994.99
최대	32.9%	39	3131.80
최소	23.7%	5	40.20

5. 분석결과 및 정책제언

5.1. 비용함수 결과

한국도로공사의 운영기관 비용함수 추정에 따른 결과는 표 7과 같다.

비용함수 분석결과 각 계수에 대한 추정치들이 통계적 유의성을 나타냈으며 자본, 노동 그리고 운영에 대해 추정된 계수가 비용구조에 양의 효과를 나타냈으며, 자본에 대해 추정된 계수가 0.511, 노동에 대해 추정된 계수가 0.118 그리고 운영의 추정 계수는 0.371로 나타났으며 산출물에 대한 추정 계수는 0.754로 교통량-연장과 각 투입 요소가 증가할수록 비용도 증가하는 일반적인 비용함수의 형태를 가지고 있다.

표 7. 비용함수 분석결과

변수명	매개변수	표준편차	t-ratio
A	19.156*	0.075	253.959
BK	0.511*	0.037	13.818
BL	0.118*	0.007	15.894
BI	0.371*	0.034	10.891
BY	0.754*	0.105	7.197
DKK	-0.123*	0.018	-6.751
DLL	-0.028*	0.005	-5.527
DII	0.151*	0.015	10.159
DYY	-1.270*	0.079	-16.013
DKL	0.012*	0.004	2.656
DKI	-0.023*	0.009	-2.654
DLI	0.012*	0.004	2.653
DKY	0.341*	0.048	7.156
DLY	0.019**	0.014	1.384
DIY	-0.360*	0.039	-9.346

F = 567.134 Log|W| = -41.201

*: 95% 신뢰수준, **: 80% 신뢰수준

표 6에 나타난 결과와 같이 추정계수의 유의성을 파악할 수 있다. 추정결과에 나타난 t값에서 보듯이 전체적인 계수의 추정치는 유의한 것으로 나타났다. 1차항의 추정계수는 요소가격 모두 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 산출량과 속성변수의 추정계수도 1% 수준에서 유의하였다. 추정계수의 유의성이 검토되었다면, 함수전체의 적합성이 검토되어야 할 것이다. 검정은 제약한 추정값과 비제약 추정값을 이용하여 아래의 log-likelihood 함수를 이용하여 검정하였다.

$$\log L_c = -\frac{T}{2} [M(1 + \log(2\pi)) + \log|W|] \text{ 이고,}$$

$$\lambda = -2(\log L_r - \log L_u) = T(\log|\hat{W}_r| - \log|\hat{W}_u|)$$

\hat{W}_r, \hat{W}_u 는 잔차제곱의 합이고 제약한 추정값과 비제약 추정값을 사용한 교차생산 매트릭스이다. 우도비 검정 계산값은 202.72로 자유도 16에서 카이제곱 분포로 우도비 검정 결과 P값은 0.005%에서 만족하므로 함수의 적합성은 만족하는 것으로 나타났다.

비용함수의 요소수요 탄력성과 투입요소간 교차탄력성을 비교하여 한국도로공사의 비용구조를 분석하였다. 한국도로공사 비용함수 추정에 있어 요소 수요탄력성은 모두 음의 부호를 갖기 때문에 투입요소들은 효율적으로 사용되었다. 요소 수요 탄력성은 생산투입요소의 가격 변화에 따른 생산투입요소 사용량의 변화정도를 알 수 있다. 즉 투입요소인 자본, 노동, 운영 가격이 낮아지면 생산투입에 소요되는 각 요소수요가 높아지는 것으로 전체 산출물이 높아지는 것으로 나타나기 때문에 효율적 사용으로 분석되었다. 추정된 탄력성 결과를 살펴보면 노동의 요소수요 탄력성이 가장 크고 자

본에 대한 탄력성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 그러나, 요소 수요 탄력성에 대한 절대값을 가지고 개별적인 요소 수요 탄력성을 판단해서는 안 될 것이다.

표 8. 요소수요 탄력성 및 투입요소간 교차탄력성

구분	요소수요 탄력성	구분	교차탄력성
자본	-0.6186	PK×PL	1.166
노동	-1.115	PK×PI	0.878
운영	-0.6399	PL×PI	1.302

한국도로공사의 특수성에 비한다면 고속국도 건설시 대규모 자본의 투자가 이루어지고 운영기간이 장기간이기 때문에 자본의 투입이 크고, 운영비용이 많이 투입되는 것이 현실이다. 즉, 본 연구에서 사용된 자본가격은 이용자 비용으로서 한국도로공사에서 두 가지 의미로 해석할 수 있다. 고속국도의 자본 증가에 따른 고속국도 네트워크 및 자산가치 증감의 측면과 기회비용의 증감(이자율과 감각상각의 증감) 측면으로 해석될 수 있으며, 두 가지 측면이 복합적으로 해석될 수 있다.

한국도로공사의 고속국도는 장기간의 건설로 생성되는 자본으로 고속국도 네트워크가 급격하게 증감할 수 없으며, 국가정책상 이자율과 감각상각율의 증감이 급격하게 변화하지 않아 자본가격이 비탄력적으로 나타났다.

자본요소는 첫 번째 측면에서는 우리나라의 고속국도 건설이 정책적으로 지원되어 고속국도의 네트워크 증가로 인한 자산가치의 증가에 따른 것으로 해석되며, 두 번째 측면은 고속국도 자본의 기회비용측면(이자율과 감각상각비)에서 1970년대 11.7%, 1980년대 7.8%, 1990년대 6.8%, 그리고 2000년대 2.9%로 점차 감소하는 추세이다. 즉, 고속국도의 자본특성상 고속국도는 탄력적으로 조절할 수 없고, 사회가 안정되면서 자본가격의 탄력성은 비탄력적으로 나타날 수밖에 없을 것이다.

노동요소는 가장 탄력적으로 나타났다. 한국도로공사 특성상 지하철 및 철도 운영기관처럼 운영만을 위한 기관이 아니라 건설을 통해 개인이 차량을 이용하여 운영되는 특수성을 가지고 있다. 그러므로, 고속국도의 건설이 시기적으로 과다하게 존재하고, 한국도로공사의 아웃소싱에 의한 비용절감에 따라 산출물 및 관리연장 증가에 따른 조정이 가능하여 탄력적으로 나타났다.

운영요소는 자본요소와 유사한 탄력성을 가진 것으로 나타났다. 운영가격은 관리연장의 급격한 상승과 고속국도 건설 후 장기간의 시간이 소요되어 고속국도 운영비 및 개량비를 조절할 수 없고, 지속적인 투자가 이루어져 탄력성이 작게 나타났다.

본 연구결과는 투입요소별로 노동의 요소 수요탄력성이 가

장 크고 그 다음이 운영, 노동 탄력성 순으로 나타났다. 우리나라의 특수성에 의해 고속국도의 건설 및 운영을 담당하는 한국도로공사의 경우 자본과 운영요소는 밀접한 관련이 있으며, 장기간 건설이 소요되고 고속국도의 연장 증가와 고속국도 노후화에 의한 유지보수 상승은 자본 및 운영 요소의 탄력성이 비탄력적으로 나타나게 됐으며, 노동 요소는 탄력적인 것으로 나타나게 됐다.

투입요소간 교차탄력성을 추정한 결과 각 투입요소간의 교차탄력성의 양의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이것은 투입요소 상호간에 대체가 가능한 것을 의미한다. 투입요소간 교차탄력성에서는 일정한 원리나 틀이 설정되어 있지 않으며, 고속국도의 건설 및 운영을 담당하는 한국도로공사의 특수성을 반영하는 현상일 것이다. 본 연구에서는 노동과 자본·운영이 높은 교차탄력성을 나타내 높은 대체성을 가진 것으로 나타났다. 자본과 운영은 자본의 상승(고속국도 연장 증가)과 고속국도 노후화에 따른 대체성은 다소 존재하지만, 낮은 대체 탄력성을 나타내고 있다.

노동과 자본·운영의 대체탄력성은 1.166과 1.302으로 두 요소간의 상대가격비가 1% 변하면 투입비율이 1.116%와 1.302% 변하므로 자본과 운영간 요소에 비해 높은 대체성을 가진 것으로 나타났다.

5.2. 고속국도 운영기관 효율성 분석

고속국도 운영기관의 효율성 분석을 위해서 고속국도를 공공재의 성격을 갖는다고 보는 것이 일반적인 시각이다. 그러므로 철도, 도시철도, 도로 그리고 화물운송과 같이 교통과 관련된 운영기관의 효율성 측정에서는 비용-매출액을 산정하여 그 효율성을 추정하기보다는 승객-km, 차량-km 등의 수요, 공급관련지표를 산출물로 정의한다.

그러므로 본 연구에서는 고속국도 운영기관을 공공재 성격을 갖는 비영리기관으로 가정하여 효율성을 측정하고, 이와 더불어 영리기관을 가정하여 추가적으로 분석하였다. 두 가지 가정을 동시에 한 이유로는 분석대상 운영기관의 성격이 정부투자기관과 민간투자기관을 대상으로 하기 때문에 각 기관의 정확한 목적을 정의내리기 어렵기 때문이다.

각 고속국도 운영기관을 영리기관과 비영리기관으로 가정하여 효율성 분석을 한 결과는 표 9와 같다.

비영리기관으로 가정한 경우, 세 운영기관 중 A기관의 효율성이 가장 높게 측정되었으며, C기관의 효율성이 낮은 편이었다. A기관의 경우 2004년 효율성이 약간 감소하였지만, 2005년~2007년까지의 효율성은 1로 효율성이 좋은 것으로 나타났다. 규모의 경제측면은 매년 결과가 다르지만, 점차 규모의 경제가 나타나는 것으로 판단된다. B기관의 효율성은 A기관과 반대로 효율성이 높게 나타나다가 2006년부터 그

표 9. 고속국도 효율성 분석결과

구분	연도	비영리기관 가정				영리기관 가정			
		CRS	VRS	SE	규모 수익	CRS	VRS	SE	규모 수익
A 기관	2003	0.973	0.975	0.999	IRS	0.992	1	0.992	DRS
	2004	0.916	0.960	0.954	DRS	0.919	0.971	0.947	DRS
	2005	1	1	1	CRS	0.979	0.990	0.989	DRS
	2006	0.933	1	0.933	DRS	0.989	1	0.989	DRS
	2007	1	1	1	CRS	1	1	1	CRS
	평균	0.9644	0.987	0.9772		0.9758	0.9922	0.9834	
B 기관	2003	0.983	1	0.983	IRS	0.540	1	0.540	IRS
	2004	1	1	1	CRS	0.636	1	0.636	IRS
	2005	1	1	1	CRS	0.647	1	0.647	IRS
	2006	0.912	0.922	0.989	IRS	0.671	0.953	0.705	IRS
	2007	0.931	0.954	0.977	DRS	0.703	0.931	0.755	IRS
	평균	0.9652	0.9752	0.9898		0.6394	0.9768	0.6566	
C 기관	2003	0.246	0.811	0.304	IRS	0.696	0.887	0.785	IRS
	2004	0.276	0.842	0.328	IRS	0.783	0.939	0.834	IRS
	2005	0.287	0.836	0.344	IRS	0.829	0.953	0.870	IRS
	2006	0.294	0.818	0.359	IRS	0.895	0.967	0.926	IRS
	2007	0.304	0.806	0.377	IRS	1	1	1	CRS
	평균	0.2814	0.8226	0.3424		0.8406	0.9492	0.883	

효율성이 약간 떨어지며, 규모의 경제 측면에서도 A기관과 마찬가지로 증가와 감소 그리고 일정한 규모의 경제가 나타났다. C기관의 경우 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이것은 C기관의 연장이 워낙 짧고 교통량 역시 적기 때문이며, 규모의 경제가 계속 증가하는 것으로 나타나는 것은 교통량이 계속 증가하기 때문인 것으로 판단된다.

영리기관으로 가정한 경우, 매출액을 산출량으로 설정한 효율성 분석결과 세 운영기관 중 A기관의 효율성이 가장 높은 것으로 나타났으며, C기관의 효율성이 낮게 나타났다. 규모의 경제 측면에서는 A기관은 분석기간내 규모의 경제가 감소하였으며, 이와 반대로 B기관과 C기관은 규모의 경제가 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 교통량이 증가하더라도 B기관과 C기관의 단가(km당 이용료)가 높기 때문에 산출량의 증가가 크고, A기관의 단가가 적으므로 산출량 증가가 적기 때문에 이와 같은 결과 나타난 것 같다.

효율성 결과를 종속변수로 하고 그 효율성에 영향을 끼칠 것으로 가정한 자동징수율, 영업년도 그리고 도로연장을 독립변수로 모형을 구축하고 토빗회귀식을 이용하여 분석한 결과는 표 10과 같다.

비영리기관으로 가정한 경우, 자동징수율과 도로연장은 효율성의 양(+)의 영향을 끼치는 것으로 나타났고 영업년도는 음(-)의 효과를 끼쳤다. 이것은 자동징수 사용률과 도로연장이 증가함에 따라 효율성 증가함을 의미한다.

표 10. 토빗회귀분석결과

구분	비영리기관 가정		영리기관 가정	
	계수	t-통계치	계수	t-통계치
변수				
상수	0.520	4.962	0.890	8.264
자동징수율	0.653	2.044	0.098	0.299
영업년도	-0.138	-7.221	-0.020	-1.025
도로연장	0.099	9.045	0.019	1.659
로그우도합수	32.524		32.116	

자동징수율이 효율성에 양의 효과를 끼치는 것은 인건비 감소와 같은 비용문제뿐 아니라 영업소에서 교통량의 빠른 처리속도로 인해 시간당 교통량의 증가와 사용자의 서비스 수준 향상에도 영향을 미칠 것으로 보인다. 또한 도로연장이 효율성에 끼치는 양의 효과는 규모의 경제 측면에서 고속국도 관리연장이 늘어날수록 운영기관의 효율성이 높아지는 것을 알 수 있다. 각 운영기관의 영업년도는 효율성의 음의 영향을 끼쳤다. 이것은 운영기관이 오래될수록 그 기관의 효율성이 떨어지는 것을 의미한다.

영리기관으로 가정한 경우, 자동징수율과 도로연장에 대해 추정된 계수는 운영기관 효율성에 양의 효과를 나타내며, 영업년도는 음의 효과를 보였다. 이것은 자동징수 사용률의 증가와 도로연장이 증가하면 할수록 고속국도 운영기관의 효율성이 증가함을 의미한다. 하지만 자동징수율에 대해 추정된 계수는 통계적 유의성을 갖지 못하였다. 그리고 효율성에 음의 효과를 끼치는 영업년도의 추정계수는 고속국도 운영기관이 오래될수록 그 기관의 효율성은 떨어지는 것을 의미하였지만, 이 역시 통계적 유의성이 떨어지는 것으로 나타났다.

이 분석 결과를 살펴보면, 민간과 공공으로 운영되는 고속국도의 경우 영업수익 구조가 상이(단가 차별, 정부 최소운영보장금 지원, 관리연장 차이 등) 등으로 인하여 확실한 결과를 제언할 수 없지만, 도로연장과 자동징수율이 효율성 증대에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

5.3. 정책적 제언

1994년 부족한 정부재정을 보완하고 사회간접자본시설의 건설 및 운영에 민간의 창의와 효율을 도입한다는 취지로 『사회간접자본시설에 대한 민간투자유치 촉진법』을 제정하였다.

이후 정부는 지속적으로 민자사업을 추진하여 왔으며, 최근에는 부족한 사회기반시설을 확충하고자 도로, 철도, 항만 등 산업기반시설중심의 민간투자사업에서 학교시설, 공공임대주택 등 생활기반시설에까지 민간투자사업으로 포함, 확대 시행할 수 있도록 『사회기반시설에 대한 민간투자법』(이하 “민간투자법”)으로 개정하였으며, 사업추진방식 또한 기존의 BTO(건설-이전-운영)방식에 BTL(건설-이전-임대)방식을 추가하는 등 민자사업 활성화에 전념하고 있다.

한국도로공사는 40년간 육상교통의 대동맥인 고속국도의 건설 및 운영 대부분을 담당하고 있으며, 90년대 이후 민자 건설에 의한 고속국도(천안-논산, 인천국제공항고속도로, 대구-부산고속도로 등)가 현재 운영중에 있다.

하지만, 2001년부터 2008년까지 인천공항고속도로가 6,269억원, 천안~논산 고속도로(2,446억원), 그리고, 대구~부산 고속도로(1,146억원)가 최소운영수입 보장금 명목으로 지급받았다. 중앙정부와 지방자치단체가 2001년부터 2008년까지 민자사업자에게 최소운영수입 보장금 명목으로 1조 5,896억원을 지급하였다.

또한, 서울외곽순환고속도로의 의정부 등 북부구간, 서울-춘천고속도로 구간의 주민들의 통행료가 상대적으로 비싼데 대한 사회적 형평성 문제 제기 등이 언론에 사회적 이슈로 제기되고 있다.

이와 같은 현실에서 한국고속국도 대부분의 건설 및 운영을 담당하고 있는 한국도로공사의 비용구조 파악에 중요한 의미가 있을 것이다.

본 연구의 결과 건설과 운영을 담당하고 있는 한국도로공사는 분석결과 요소 수요탄력성이 모두 음의 부호를 갖기 때문에 투입요소들은 효율적으로 사용되고 있는 것으로 나타났으며, 철도 및 지하철 운영기관처럼 운영만을 집중하지 않고 고속국도 건설도 담당하고 있기 때문에 자본 투자가 장기적으로 많은 금액이 투자되는 측면에서 자본요소는 비탄력적으로 나타났다. 또한, 한국도로공사가 담당하고 있는 고속국도의 관리연장의 급격한 상승과 고속국도 건설 후 장기간의 시간이 소요되어 운영 요소도 비탄력적으로 나타났다. 노동 요소는 아웃소싱에 따른 비용절감에 따라 산출물 및 관리연장 증가의 조정이 가능하여 가장 탄력적으로 나타났다.

우리나라의 특수성에 의해 고속국도의 건설 및 운영을 담당하는 한국도로공사의 경우 자본과 운영부분의 유지관리는 밀접한 관련이 있으며, 장기간 건설이 소요되고 고속국도의 연장 증가와 고속국도 노후화에 의한 유지보수 상승은 자본 및 운영 요소의 탄력성이 비탄력적으로 나타나게 됐으며, 노동 요소는 탄력적인 것으로 나타나게 된 것으로 판단된다.

투입요소간 교차탄력성을 추정한 결과 각 투입요소간 교차탄력성이 양의 관계를 갖는 것으로 나타났다. 이것은 투입요소 상호간에 대체가 가능한 것을 의미한다. 본 연구에서는 노동과 자본·운영이 높은 교차탄력성을 나타내 높은 대체성을 가진 것으로 나타났다. 또한, 자본과 운영은 자본의 상승(고속국도 연장 증가)과 고속국도 노후화에 따른 대체성은 다소 존재하지만, 낮은 대체 탄력성을 나타내고 있다. 이와 같은 한국도로공사의 비용구조 결과는 한국도로공사가 대체적으로 투입요소가 효율적으로 이용되고 있으며, 노동과 자본·운영의 대체탄력성이 높게 나타나 한국도로공사는 전략적으로

아웃소싱 활성화와 영업과 건설(유지관리 포함)의 재무적 분리가 필요할 것으로 판단된다.

고속국도 운영기관 3곳의 효율성 분석결과 A기관의 효율성이 가장 좋은 것으로 나타났으며, 효율성에 미치는 영향은 자동정수율, 도로연장, 영업년도 순으로 나타났다.

현재 고속국도는 다양한 운영기관에 의해 운영되고 있다. 하지만, 본 연구의 결과 고속국도 운영의 효율성을 높으려면 한국도로공사에서 아웃소싱의 활성화와 고속국도 운영기관의 통합과 함께 하이패스를 활성화 시킨다면, 보다 우리나라 고속국도 운영의 효율성을 상승시킬 것으로 판단된다.

6. 결론

교통관련 시설 중 가장 대표적인 사회간접자본으로는 도로를 꼽을 수 있으며 도로 중에서도 1970년대부터 우리나라의 대동맥을 담당해온 고속국도가 그 대표적인 사회간접자본이다. 사회간접자본시설의 특성상 1990년대 후반까지는 정부 공공기관인 한국도로공사가 독점적으로 고속국도를 건설·운영하는 것이 당연시되었지만 1990년대 후반부터는 여러 방식의 민간투자를 통하여 고속국도를 건설하고 이를 민간이 운영하는 형태로 고속국도의 건설·운영 방식이 다양화되는 현실이다.

한국도로공사는 40년간 육상교통의 대동맥인 고속국도의 건설 및 운영 대부분을 담당하고 있다. 90년대 이후 민간건설에 의한 고속국도가 건설 및 운영중에 있다. 하지만, 2001년부터 2008년까지 최소운영수입 보장금 명목으로 중앙정부와 지방자치단체가 2001년-2008년까지 민자사업자에게 1조 5,896억원을 지급하였다. 이와 같은 현실에서 한국고속국도의 대부분 건설 및 운영을 담당하고 있는 한국도로공사의 비용구조 파악에 중요한 의미가 있을 것이다.

분석결과 노동과 자본·운영이 높은 교차탄력성을 나타내 높은 대체성이 존재하며, 자본과 운영은 자본의 상승(고속국도 연장 증가)과 고속국도 노후화에 따른 대체성은 다소 존재하지만, 낮은 대체 탄력성을 나타내고 있다. 노동과 자본·운영의 대체탄력성은 1.116%와 1.302%로 자본과 운영간 요소에 비해 높은 대체성을 가진 것으로 나타났다. 이와 같은 한국도로공사의 비용구조 결과를 통해 한국도로공사가 대체적으로 투입요소가 효율적으로 이용되고 있으며, 노동과 자본·운영의 대체탄력성이 높게 나타나 한국도로공사는 전략적으로 아웃소싱 활성화(영업부문)와 영업과 건설(유지관리 포함)의 재무적 분리가 필요할 것으로 제언하였다.

또한, 고속국도의 운영의 효율성을 높으려면 한국도로공사에서 아웃소싱의 활성화와 고속국도의 운영기관의 통합과 함께 하이패스를 활성화 시킨다면, 보다 우리나라 고속국도 운

영의 효율성은 상승시킬 것으로 판단된다.

본 연구 결과를 살펴볼 때 기존 운영기관을 대상으로 한 비용구조를 파악한 것이 아니라, 건설 및 운영을 담당하는 공공기관을 대상으로 비용합수를 이용하여 비용구조를 파악한 것으로 결과 해석시 주의해야 될 것이다. 이와 같은 차이 때문에 기존 연구와 결과가 상이함이 존재하고, 기존 연구와 비교가 다소 힘든점이 있다.

참고 문헌

- 김민정(2004), 한국 도시철도 운영기관들의 효율성과 생산성 분석 : 자료포락분석기법과 확률적 비용변경접근법을 이용하여, 서울대학교 환경대학원 박사학위논문
- 김용이(2009), 화물자동차운송산업의 효율성 분석, 한양대학교 대학원 박사학위논문
- 오미영, 김성수, 김민정(2002), 자료포락분석기법을 이용한 서울 시내버스 운송업의 효율성 분석, *대한교통학회지* 20권 2호, pp. 39-52
- 이성원(1993), 「운송산업의 규모의 경제성 분석방법론」, 월간교통정보, 교통개발연구원
- Allen & Liu, 1995, 「Service Quality and Motor Carrier Costs : An Empirical Analysis」, *The Review of Economics and Statistics*
- Cantos, Pastor & Serrano(1999), 「Productivity, efficiency and technical change in the European railways : a non-parametric approach」, *Transportation*, Vol. 26, pp. 337-357
- Caves, Christensen & Tretheway(1980), 「Flexible cost functions for multiproduct firms」, *The Review of Economics and Statistics*
- Chiang & Friedlaender(1984), 「Output Aggregation, Network Effects and the Measurement of Trucking Technology」, *The Review of Economics and Statistics*
- Costa & Markellos(1997), 「Evaluating public transport efficiency with neural network models」, *Transportation Research C*, Vol. 5, pp. 301-312
- Cowie, J.(1999), 「The Technical Efficiency of Public and Private Ownership in the Rail Industry : the Case of Swiss Private Railways」, *Journal of transport economics and policy*, Vol. 33, pp. 241-252
- Cowie & Asenova(1999), 「Organization form, scale effects and efficiency in the British bus industry」, *Transportation*, Vol. 26, pp. 231-248
- Cowie, J.(2002), 「Acquisition, efficiency and scale economies: analysis of the British bus industry」, *Transport Reviews*, Vol. 22, pp. 147-157
- Kerstens, K.(1996), 「Technical efficiency measurement and explanation of french urban transit companies」, *Transportation Research A*, Vol. 30, 1996, pp. 431-452
- Nolan, J.F.(1996), 「Determinants of productive efficiency in urban transit」, *Logistics and transportation review*, Vol. 32, pp. 319-342
- Nolan, Ritchie & Rowcroft(2001), 「Measuring efficiency in the public sector using nonparametric frontier estimators : a study of transit agencies in the USA」, *Logistics and transportation review*, Vol. 32, pp. 319-342
- Odeck & Alkadi(2001), 「Evaluating efficiency in the Norwegian bus industry using Data Envelopment Analysis」, *Transportation* Vol. 28, pp. 211-232
- Odeck, J.(2008), 「The effect of mergers on efficiency and productivity of public transport services」, *Transportation Research Part A* Vol. 42, pp. 696-708
- Oum & Yu(1994), 「Economic efficiency of railways and implications for public

policy : a comparative study of the OECD countries' railways」, *Transportation*,
Vol. 28, pp. 121-138

Spady & Friedlaender(1978), 「Hedonic cost function for the regulated trucking
industry」, *Bell Journal of Economics*, Vol. 9, pp. 159-179

Viton, P. A.(1998), 「Changes in multi-mode bus transit efficiency, 1988-1992」,
Transportation, Vol. 25, pp. 1-21

접 수 일 : 2009. 11. 12

심 사 일 : 2009. 11. 12

심사완료일 : 2009. 11. 24