철도사업 타당성조사의 환경편익 계량화

Current Methodologies for Environmental Impact Studies of Railroad-related Projects

남두희† 이진선* 민보영**
Doohee Nam Jinsun Lee Boyoung Min

ABSTRACT

Environmental Impact is getting more attention in many feasibility studies for railroad-related projects and research items. For sustainable growth and green transportation, the benefits typically used for feasibility studies in railway-related projects, are composed mostly of economic criterions which is not considering growing attention on changing paradigm. Based on the analysis of current methodologies, improvements in estimating environmental impact especially on noise and pollution are suggested.

철도 관련 사업 및 연구개발시 수행하는 타당성조사에서 환경적 파급효과 산정의 중요성이 증대되고 있다. 그러나 현재의 투자평가시 고려되는 평가항목은 이동성에 기반한 효율성 위주의 항목으로 구성되어 있다. 현재 시행되는 예비타당성조사 및 타당성 평가의 주요 계량화 항목을 보면 차량운행 비용절감 편익, 통행시간 절감편익, 교통사고 감소편익, 환경비용 절감편익으로 분류된다. 현재의 환경비용 절감편익은 단순히 오염물질 별 원단위에 따른 산정에 그치고 있어 최근녹색성장 및 지속가능한 교통체계의 패러다임에 맞는 사회경제적 평가항목의 도입이 필요하다.

국내의 타당성 평가내용을 보면 계량화가 힘든 부분은 정책적 분석에서 고려되나 참고사항에 그치고 있어 계량화가 가능한 방법론의 개발이 필요하다. 대표적인 환경편익인 소음, 공간영향과 대기오염에 관한 평가체계의 정립이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 기존 국내외 환경비용절감편익 연구 내용분석을 바탕으로 지속가능한 교통체계 및 녹색교통의 패러다임에 적절한 평가항목에 관한 연구방향을 제시하고자 한다.

1. 서론

지속가능성과 녹색교통으로 교통SOC에 대한 패러다임이 변하고 있다. 효율성, 친환경성을 강조한 녹색성장은 또한 국가성장전략으로 자리 잡고있다. 국가R&D에서도 대통령직속 녹색성장위원회의 2010년 녹색기술 연구개발 시행계획에 의하면 「저탄소 녹색성장」 비전 선포('08.8) 및 「녹색기술 연구개발 종합대책('08~'12)」('09.1.13)*의 구체적 실행방안으로서 연도별 추진전략을 범부처적으로 수립하도록 하고 있으며 녹색시장에서 기술 경쟁력을 확보

† 교신저자, 한성대학교, 교통시스템공학
E-mail : doohee@hansung.ac.kr
* 우송대학교, 철도경영학과
** 우송대학교, 외식산업경영학과

하기 위해 녹색기술 R&D투자 확대와 함께 효율성·전략성을 역설하고 있다.

지속가능한 발전을 위해 철도부문의 사회 경제적 가치평가도 효율성과 친환경을 고려하는 평가체계가 필요하다. 그러나 현재의 투자평가시 고려되는 평가항목은 이동성에 기반한 효율성 위주의 항목으로 구성되어 있다. 현재 시행되는 예비타당성조사 및 타당성 평가의 주요 계량화 항목을 보면 차량운행 비용절감 편익, 통행시간 절감편익, 교통사고 감소편익, 환경비용 절감편익으로 분류된다. 현재의 환경비용 절감편익은 단순히 오염물질 별 원단위에 따른 산정에 그치고 있어 최근녹색성장 및 지속가능한 교통체계의 패러다임에 맞는 사회경제적 평가항목의 도입이 필요하다.

OECD에 다르면 지속가능한 교통체계(sustainable transportation system)는 “공공의 건강과 생태계를 위협하지 않으며 재생 가능한 자원을 재생 가능한 속도 이하로 사용하거나 재생할 수 없는 자원을 재생가능 자원의 개발속도 이하로 사용하여 이동수요를 충족시키는 교통”으로 정의하고 있다. 이는 수요추종형(Predict and Provide)전략에 대한 반성에서 출발하여 환경에 대한 가치를 중심으로 자원의 이용과 수요를 고려하여 공급(supply)중심의 전략에서 관리와 수요 중심의 전략을 의미한다.

녹색교통은 지속가능한 교통체계의 개념이 경제적 효율성, 사회적 형평성, 친환경성간의 가치상충을 내포하고 있어 상충의 문제를 친환경성과 효율성이 서로 보완적이고 상쇄적(trade-off) 상관관계로 해석하여 지속발전을 향한 중간 단계로 보는 개념이다. 따라서 철도교통에서도 효율성 중심의 평가항목에서 친환경성과 경제적 효율성의 균형을 평가할 수 있는 체계가 필요하다.

2. 예비타당성조사

지자체가 추진하는 500억이상 사업과 국고지원 300억이상인 경우 시행하는 예비타당성 조사는 대규모 개발사업에 대한 조사를 통하여 경제성 분석, 정책적 분석, 투자우선 순위, 투자시기 및 재원조달 방법 등 사업의 타당성을 검증하는 제도이다. 1999년 이후 시행된 예비타당성 조사에서 교통시설에 대한 건수는 72%가 차지하고 있다.

계량화 항목인 경제성은 통행시간, 차량운행비용, 교통사고, 환경비용, 주차비용을 주요 항목으로 하고 있다. 이 외에도 정성적인 항목으로 균형성과 정책성을 평가 항목으로 하여 AHP평가를 시행하고 있다. 이중 환경비용 절감편익은 대상사업 시행 전후 통행배정 결과와 오염물질별 배출계수를 이용하여 오염물질 배출량을 산정하고 원단위를 적용하여 화폐가치로 환산하고 있다.

표 1. 예비타당성조사 평가항목

평가항목		계량화여부	비고
경제성	통행시간 절감편익	○	
	차량운행비용 절감편익	○	
	교통사고 감소편익	○	
	환경비용 절감편익	○	
	주차비용 절감편익	○	· 도시부 철도사업 국한
균형성	지역균형발전	순위 지수	· 지역 낙후도 · 지역경제 파급효과 · 추가평가항목(선택적)
정책성	정책의 일관성 및 추진의지	-	· 관련계획 및 정책방향과의 일치성, 사업추진 의지 및 선호도, 사업의 준비정도, 추가 평가항목(선택적)
	사업추진상의 위험요인	-	· 재원조달 가능성, 환경성, 추가 평가항목(선택적)
	사업특수 평가항목	-	· 추가 평가항목(선택적)

1999년부터 2007년까지 수행된 46건의 철도사업에 대한 예비타당성조사 결과의 B/C 분포를 분석한 결과, B/C 값이 1.0을 초과하는 사업이 56.5%인 26건, 0.5초과 1.0이하인 사업이 41.3%인 19건, 그리고 0.5 이하가 1건으로 분석되었다(한국교통연구원, 2009).

표 2. 철도사업 예비타당성 조사 B/C 분포

사업평가 시기	조사건수	B/C 분포		
		0.5이하	0.5초과 1.0이하	1.0초과
1999~2007	46건	1건	19건	26건

철도사업의 경우 경제성 분석에 사용된 편익항목 중에서는 통행시간 절감 편익이 가장 높았다. 2003~2004년에 수행된 20건의 철도사업에 대한 예비타당성조사 결과전체 편익에서 통행시간 절감 편익이 차지하는 비중은 평균 58.0%였다 (한국개발연구원, 2008).

국내 대도시권의 도로사업을 제외한 교통사업의 B/C는 대부분 1에 미치지 못하고 있는 상황이다. 이는 현행 평가방식이 효율성 위주의 편익항목만을 반영하고, 친환경성 및 사회적 형평성을 반영할 수 있는 방법론은 미미하기 때문이다. 또한 현재 반영되고 있는 효율성 위주의 평가항목의 경우 그 사회·경제적 가치는 저평가되고 있고, 일부 항목의 경우 과거 개발된 방법론을 그대로 사용하고 있는 분석결과에 대한 신뢰성을 저하시키고 있다.

3. 환경비용의 계량화

철도사업의 대표적인 환경비용인 대기오염비용이나 감소비용은 다음 3단계를 거쳐서 산정된다. 오염물질별 배출계수를 산정, 오염물질 단위당 환경피해비용을 산출 그리고 사업시행으로 인한 오염원별 오염물질 배출량의 변화를 산정하고, 이를 오염물질별 환경피해비용 원단위를 곱하여 화폐가치화 한다.

소음비용은 운행시간당 열차 통과대수 등을 바탕으로 소음변화량과 단위 소음당 원단위를 적용한 후, 산출한다. 예비타당성조사 표준지침(제5판)의 경우 유지비용법을 적용하여 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용 원단위를 곱해 사업시행으로 인한 소음영향을 화폐가치화 하고 있다.

소음가치를 추정하는 방법은 속성가치추정법, 명시선호법 그리고 유지비용법으로 분류할 수 있다. 기초적인 자료의 부족으로 통상적으로 유지비용법이 많이 쓰이는데 평가가치가 과소추정되는 문제점이 있다.

이외에 세계보건기구(WHO)는 소음 불쾌감(noise annoyance)을 전체 소음 수준 또는 소음 수준의 변화에 의해 야기된 불쾌한 느낌이라고 정의하고 있는데 NATA에서는 소음의 크기를 도로와 철도로 각각 구분하여 산정하고, 소음의 영향을 화폐가치화 하기 위해 등가소음도($_{q,18hr}$(dBA[1]))로 환산하는 방법을 사용하고 있다. 사업 미시행/시행시의 소음의 크기 변화에 1dB 소음 감소를 위한 지불용의액(가구·년 기준)을 곱하여 화폐가치화 하는 방법이다.

표 3. 소음가치의 원단위(2011년 기준)

(단위: 원/dB · 년 · m)

구 분	도시부	지방부	평 균
소음가치 원단위	4,245	1,832	2,160

대기오염으로 인한 인체피해비용, 산성비 등을 통한 구조물 부식비용, 토양오염 및 생태계 훼손비용, 농업 생산성 감소비용 등으로 구성되다. 하지만 이러한 피해는 점진적, 누진적, 비가시적으로 나타나고 피해범위를 한정할 수 없어 화폐가치로 환산하여 측정하기가 매우 어렵다. 우리나라에서 대기오염물지의 사회적 비용에 대해 추정한 연구결과는 없는 실정이다. 이산화탄소(CO_2)는 온실가스의 대표적 원인이므로 기후변화에 주는 영향을 평가하기 위해 중요하게 다뤄지는 대상으로 탄소거래제에 의해 계량화가 용이한 항목이다.

표 4. 대기오염 비용 원단위(2011년 기준)

(단위: 원/kg)

오염물질	CO	HC	NOx	PM	CO2
비용	8,942	10,392	10,758	35,124	48.13

주: 1. CO_2의 대기오염비용 원단위는 철도청(2003)『철도투자평가편람』.

2. 소비자물가지수를 이용하여 2011년 자료로 보정.

자료: 한국환경정책평가연구원,『육상교통수단의 환경성비교분석』, 2002. 12.

1) 음압측정 단위(SPL; Sound pressure Level)로서, A/B/C의 가중치로 구분. 공식적인 표현 방법은 A가중치의 경우 'dB SPL, A weighted' 이나 일반적으로 dB(A) 또는 dBA로 통칭. 이중 A가중치는 가장 일반적으로 활용되는 것으로서, 사람이 실제로 느끼는 소리의 크기와 비슷하게 4kHz 대역에 가중치를 많이 주어 음향수준을 표시

참고로 Defra(2007)에 제시된 잠재가격을 제시하였다.

표 5. 탄소의 잠재가격(£/ton, 2002년 가격)

Year	2000	2002	2006	2010	2020	2040	2060
Central Estimate	71.00	73.87	79.96	86.55	105.50	156.77	232.95
Upper Estimate	85.20	88.64	95.95	103.86	126.60	188.12	279.54
Lower Estimate	63.90	66.48	71.96	77.89	94.95	141.09	209.66

EU와 UNEP의 매연 및 오염물질의 사회적 비용은 매우 높은 원단위를 나타낸다.

표6. EU의 대기오염물질 사회비용

구분		사회적 비용 (euro/ton)			
		SO2	NOx	PM2.5	VOCs
교외지역		5,200	4,200	14,000	2,100
도시지역	인구 10만	6,000	-	33,000	-
	인구 50만	인구 10만에 가중치 5.0 적용			
	인구 100만	인구 10만에 가중치 7.5 적용			
	인구 100만 이상	인구 10만에 가중치 15.0 적용			

자료: Mike Holland, Paul Watkiss, Benefit Table Database: Estimate of the marginal external cost of air pollution in Europe, 2002

표 7. UNEP의 대기오염 사회비용

대기오염물질	UNEP (원/kg)
NOx	8,755
VOC	8,456
CO	7,246

자료: A. Markandya "Economics of Greenhouse Gas Limitations: the indirect cost and benefits of green house limitations, UNEP, 1998

4. 결론

지속가능발전과 녹색교통의 패러다임 변화는 향후 타당성평가제도 발전에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 전망된다. 이는 경제성보다는 사회적 형평성, 친환경성을 더욱 강화하는 동시에 개발사업 관련 의사결정의 신축성이 제고될 것으로 기대된다. 타당성평가는 일정한 사회경제적 편익을 위해 시행되는 각종 사업의 비용과 편익을 사전적으로 평가하는 체계화된 제도적 절차로 지속가능한 발전과 녹색교통의 이행을 위한 필수적 도구이다. 하지만 현행 타당성성 평가는 경제성 중심으로 이루어지기 때문에 사업으로 인한 광범위한 지속가능

발전 파급효과를 분석하는 데 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 지속가능발전지표를 중심으로 타당성 평가 방법론을 개발하여 패러다임의 변화에 따른 타당성 분석이 가능하도록 하여야 한다. 특히 대기오염 감소에 따른 사회적비용 계량화를 위한 방법론과 원단위에 대한 기초연구가 필요하다.

참고문헌

1. 한국교통연구원,『교통부문 사회 ·경제적 가치 평가항목의 개정을 위한 기초 연구』. 미래사회협동연구총서 09-06-26, 2009
2. 한국교통연구원,『철도의 사회·경제적 가치 평가 연구』, 건설교통부, 2007.
3. 김형국,『녹색교통과 지속가능발전, 교통』, Vol. 128, pp.6~12, 2008.
4.. 한국개발연구원,『도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)』, 2008
5. 한국환경정책평가연구원,『육상교통수단의 환경성비교분석』, 2002. 12.
6. Mike Holland, Paul Watkiss, Benefit Table Database: Estimate of the marginal external cost of air pollution in Europe, 2002
7. 서울시정개발연구원,『서울시 대기환경개선을 위한 그린물류 도입방안』, 2007,
8. A. Markandya "Economics of Greenhouse Gas Limitations: the indirect cost and benefits of green house limitations, UNEP, 1998
9. The United Kingdom Department for Transport, "The NATA Refresh: Reviewing the New Approach to Appraisal", 2007.
10. UK Department of the Environment, Food and Rural Affairs(Defra), "How to Use the Shadow Price of Carbon in Policy Appraisal", 2007.