

# 지속가능 평가지표를 활용한 국가고속철도 네트워크 구축 제언



| 박진경 |  
한국철도기술연구원  
선임연구원



| 문대섭 |  
한국철도기술연구원  
실장

## 1. 머리말

전 세계는 산업화 이후 200년간 석유, 석탄 및 천연가스와 같은 화석연료를 에너지로 사용하면서 지구온난화와 에너지 문제에 직면하고 있다. 이에 1992년 유엔기후변화협약(ENFCCC)이 채택되고 1997년 채택된 교토의정서가 2005년에 발효되면서 전 세계가 성장주도형·에너지소비형 경제성장에서 환경오염을 최소화하는 녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용하는 저탄소 녹색성장으로 가려고 노력하고 있다. 저탄소 사회는 환경보존과 지속가능발전 및 저소비형 사회를 추구하며 경제성장을 하고 국가 경쟁력을 증대시킨다고 볼 수 있다. 현재 우리나라는 세계 8위의 탄소배출국이고, 1인당 이산화탄소 배출량은 세계 6위로 2013년부터 온실가스 감축 의무대상국에 포함될 예정이다. 따라서 대내외 여건변화에 효과적으로 대응하고 세계와의 녹색경쟁에서 살아남기 위해서는 환경친화적이고 에너지 효율적이며 동시에 수송 효율성이 높은, 즉 지속가능한 교통정책을 개발하여야 한다.

유럽연합(EU)의 경우 교통부문의 온실가스를 감축시키기 위하여 장거리 공로와 단거리 항공 수송은 철도수단으로 전환하고, Trans-European Networks(TENs) 구축 및 여객과 화물의 복합연계수송체계 수립 등을 교통정책의 목표로 수립하고 있다. 이러한 정책목표를 달성하기 위해서 승용차를 대체할 수 있는 교통수단을 개

발하고, 공로 화물수송을 철도와 연안 수단으로 전환시키며, 400km 이하의 단거리 여객수송은 철도를 이용하도록 하고 연계수송체계를 확립하고자 하고 있다. 이 밖에 철도망의 병목구간 제거, 인프라의 사용자 부담원칙 강화, 환경오염물질 저감, 그리고 안전성 증진 등을 중점 전략으로 추진하고 있다. EU의 지속가능발전을 위한 교통정책은 철도가 그 중심에 서 있다고 볼 수 있는데, 철도수단의 이용증진을 위해서 국가 간, 또는 업체 간 철도 운영의 호환성 확보에 주력하고 있으며 장기적으로는 철도 네트워크를 신규로 확충하기 위한 노력을 기울이고 있다. EU 사례를 통해서 살펴본 시사점은 교통부문의 온실가스 배출량을 감축하고 지속가능한 교통정책을 실현하기 위해서는 철도 중심의 교통체계가 필요하다는 점이다.

신규 철도수요를 창출하여 철도수단의 경쟁력을 확보하고 이를 통해 철도 중심의 지역 간 교통체계로 개편하기 위해서는 무엇보다도 철도 인프라에 대한 적극적이고 지속적인 투자가 필요하다고 할 수 있다. 여기서 지역 간 철도에 대한 적극적이고 지속적인 투자라 함은 현재 정부고속철도의 신선을 제외하면 전반적으로 간선철도의 속도 경쟁력이 매우 저하되어 있는 우리나라 간선철도망의 운행속도를 선진국 수준으로 고속화하거나 고속신선을 추가로 확충하여 타 수단대비 철도수단의 속도-거리 비교우위를 확보해야 함을 의미한다.

그러나 우리나라의 장래 국가 철도망 구축계획이라 할 수 있는 국가기간 교통망 제1차 수정계획(2000~

2019)과 국가철도망 구축계획(2006~2015) 상에는 수송애로구간이나 수송수요분석에 의한 개략적인 고속철도망 노선계획이 제시되어 있을 뿐 최근의 저탄소·저에너지 지속가능성장으로 변화하고 있는 교통시설 투자정책을 반영한 합리적인 국가 고속철도망 구축방향은 마련되어 있지 않다고 볼 수 있다. 또한 국가철도망 구축계획(2006~2015)에 따르면 철도망의 투자우선순위를 선정하는 방법으로 투자 효율성과 지역균형개발(철도 접근도) 및 철도 네트워크 효과, 노선의 기능적 중요도 등 기타사항을 종합적으로 고려하여 산출해야 한다고 제시하고는 있으나, 철도수단의 형평성이나 기타사항 등에 대한 개량화 방안이 부족하고 다원기준에 의한 투자우선순위 선정방법 등이 제시되지 않아 개별 철도사업에 대한 예비타당성 평가지침 등의 평가기준을 준용하고 있다고 볼 수 있다.

따라서 투자 효율성, 즉 B/C비율로 대표되는 경제적 타당성이 철도망 계획에 있어 가장 큰 영향을 미치고 있으며 이 외에 AHP 분석에 의한 정책적 타당성을 제외하면 경제적, 사회적, 환경적 요소 등 여러 측면을 종합적으로 고려하여 고속철도 네트워크 계획이 수립되고 있다고 볼 수 없다. 이에 본 연구는 저탄소 녹색성장을 위한 지속가능한 고속철도 네트워크를 구축하기 위하여 특히, 국가 고속철도 사업을 평가하는 방향에 대한 정책적 제언을 하고자 한다.

## 2. 지속가능한 개발이란 무엇인가?

지속가능 관점에서 고속철도 네트워크의 우선순위를 평가하는 방법론을 논하기 전에 먼저 지속가능한 개발(sustainable development)이란 무엇인가를 정의할 필요가 있다. 지속가능한 개발에 대한 정의는 보편화되어 있지는 않지만 광의로써 “development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” 즉, 미래세대의 역량으로 그들의 필요를 충족시키는 것을 저해하지 않으면서 현재의 필요를 충족시키는 개발을

의미한다.<sup>1)</sup>

OECD에 따르면 “인간의 건강과 환경의 질이 보존되고 재생가능한 자원과 재생불가능한 자원의 이용이 지속가능하며, 생태계의 가치가 존중되고 범지구적 환경이 회복 불가능한 상태를 피할 수 있는 발전”으로 정의된다. 따라서 지속가능성은 더 나은 미래를 창조하고 영속적인 유산을 후세에 물려주려는 인간의 기본바램을 반영한 개념이라 할 수 있다.<sup>2)</sup>

따라서 지속가능성은 인간 활동의 통합된 특성을 강조함으로써 상충되는 이해관계를 조정해가고자 하기 때문에 지속가능한 계획은 사회 전체의 장기적인 목표를 고려하게 된다.

그렇다면 지속가능 관점에서 교통정책 또는 교통사업이 무엇이 더 바람직한지를 어떻게 판단할 수 있을까? 고속철도를 비롯한 교통사업을 평가하는 전통적인 평가방법은 주로 수치적으로 표현되는 투자에 대한 재정적이고 경제적인 관점에 초점을 맞추고 있다. 그러나 대중들은 사회적 형평성이나 안전, 환경과 같은 지속가능성 관점에 대해 보다 관심을 갖는다.<sup>3)</sup>

먼저 평가기법(evaluation technique)과 평가과정(evaluation process)은 차이가 있는데, 평가기법은 주로 비용편익분석을 의미하는 반면 평가과정은 계획과정 속에 포함되는 여러 요소들의 관련성뿐만 아니라 총비용까지도 중시한다. 여기서 총비용이란 이용자 비용을 비롯한 외부비용과 정책당국의 비용을 모두 포함하는 개념을 말한다. 그러므로 평가기법이 아닌 평가과정에서 교통사업을 평가하는 것이 지속가능한 교통, 특히 지속가능한 고속철도 네트워크 계획과 관련된 투자우선순위를 결정하는 보다 적절한 방법이라 할 수 있다.

## 3. 지속가능한 교통은 어떻게 측정할 수 있을까?

지속가능 관점에서의 교통체계, 즉 지속가능한 교통(sustainable transportation)이란 무엇인가? OECD는 이를 “보건과 환경, 그리고 생태계에 위협을 가하지 않

고 안전하고 경제적인 접근교통수단을 제공하는 교통체계”라고 정의하였고, 한국교통연구원(2002)의 「지속가능한 교통체계 전략수립 연구」에서는 “환경의 질을 저해함이 없이 경제성장과 사회발전을 이루면서 사람, 장소, 물건, 서비스에 대한 접근성과 이동성을 증진시켜 국가 경쟁력을 강화할 수 있는 교통체계”라고 정의하였다.

여기서 또 그렇다면 교통체계의 지속가능성은 어떻게 측정할 수 있을까? 어떠한 유형의 교통정책이 지속가능한 교통체계를 장려하는 정책이 될 수 있을까? 경제적, 사회적, 환경적 관점 등 다양한 관점을 통합하여 보았을 때 어떠한 노선축이 지속가능 관점에서 더 바람직하며, 투자우선순위가 높을까?

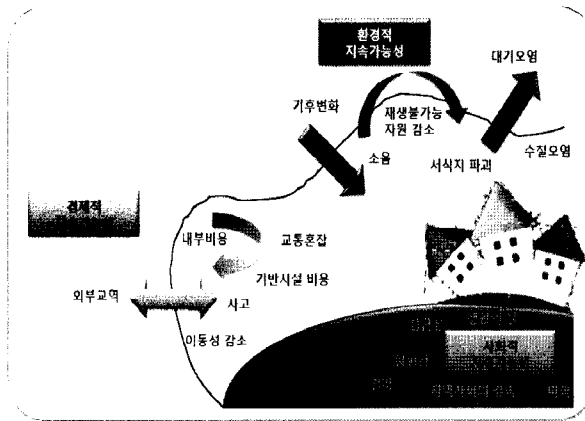


그림 1. 지속가능한 교통의 영향

지속가능한 교통계획은 측정가능한 지표(indicator)에 달려있다고 볼 수 있다. 지표는 목표(goals)와 목적(objectives)으로 나아가는 정도를 평가하기 위해서 측정하는 것이다. 선택된 지표는 분석결과에 상당한 영향을 미치고, 일련의 지표로 평가되는 교통정책은 어떠한 지표를 선정하느냐에 따라서 투자우선순위가 달라질 수 있다. 일반적으로 지속가능 교통지표는 단일지표로는 적절치 않고 다양한 목표와 목적을 반영할 수 있어야 한다. 바람직한 지속가능 교통지표는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 경제적, 사회적, 환경적 영향을 종합적으로 반영해야 한다.

또한 지속가능 교통지표는 <표 1>에서 제시한 바와 같이 다양한 수준을 반영한다. 따라서 지속가능 교통지표는 <그림 1>에서 제시한 경제적, 사회적, 환경적 영향을 모두 반영할 수 있도록 광범위해야 하고 유용한 성과 목표를 설정할 수 있어야 하며, 측정가능하고 객관적이며 비교가능해야 한다. 또한 교통지표를 산출하기 위해서 수집되는 자료는 정확하고, 일치되며, 표준화되어 있어야 한다.

이를 이용한 Litman(2007)이 권장하는 지속가능 교통지표를 제시하면 <표 2>와 같다. 앞서 설명한 지속가능한 교통의 세 가지 영향은 <표 2>에서 보는 바와 같이 경제지표, 사회지표 및 환경지표를 이용하여 측정할 수 있다<sup>4)</sup>.

표 1. 영향의 수준

수준	예
외부변화	인구, 소득, 경제활동, 정치적 압력 등의 변화
의사결정	계획과정, 가격정책, 투자자 수반 등
대안설정	시설계획과 운영, 교통서비스, 요금, 이용자 정보 등
반응(물리적 변화)	이동성, 수단선택, 오염 배출량, 사고, 토지개발패턴의 변화 등
누적된 영향	대기오염, 안전수준, 전반적인 접근도, 교통비용의 변화 등
인간과 환경에의 영향	오염 노출도, 건강, 교통 사상자수, 생태적 생산성 변화 등
경제적 영향	사고와 환경파괴로 인한 재산손해와 생산성 감소; 접근성 감소로 인한 통행비용 증가
성과 평가	특정 표준과 목표를 달성하기 위한 능력

자료: Litman(2007)

표 2. Litman(2007)의 지속가능 교통지표

	경제지표	사회지표	환경지표
매우 중요 (Should usually be used)	인당 이동성(이동거리 또는 통행 수) 수단선택(승객통행: 승용차, 바-승용차, 대중교통, 화물통행: 트럭, 철도, 항만, 항공) 평균 통근통행시간과 정시성 인당 혼잡비용 인당 교통지출(차량, 주차, 도로와 대중교통 서비스)	인당 교통 사상자수 약자(장애인, 저소득층, 어린이)를 위한 교통서비스 질 지불능력(소득대비 교통비 비율) 전반적인 교통 서비스 만족비율 보편적 설계(교통계획시 장애인 고려)	인당 교통수단별 에너지 소비량 화물 1톤-마일당 에너지 소비량 인당 교통수단별 대기오염물질 배출량 인당 교통시설(도로, 주차, 항만, 항공) 대기오염/소음 노출과 건강악화
권장 (Should be used if possible)	승용차 수단을 이용하지 않는(도보, 자전거, 대중교통) 사람들의 승용차 이용자에 대한 상대적인 교통의 질(이용가능성, 속도, 정시성, 안전) 도보로 10분 이내에 있는 공공서비스의 수와 30분 통근거리 이내에 있는 직장 접근 기회	건강을 위해 걷거나 자전거를 타는 거주자 수(15분 이상) 도보나 자전거로 등교하는 학생수 지역사회 단결력(이웃간) 교통계획에 전통적인 요소가 반영되는 정도	지역사회 거주 적합성 비율 수질오염물질 배출량 서식지 보존 재생가능한 연료 사용 교통시설 효율성
특별한 경우 이용 (Use to address particular needs or objectives)	인터넷에 접근가능한 가구수 자산가치 변화	대중교통 지불능력 주거 지불능력	특정 서식지와 환경에의 영향 온실효과
계획과정	Comprehensive(현 평가제도로 가능한 모든 유의한 영향을 고려) Inclusive(장애인이나 저소득층 고려) 이동성 보다는 접근성에 기반함 현명한 토지이용정책 적용		
시장 효율성	효율적으로 책정된 총 교통비용의 비율 교통요금책정, 세금, 계획, 투자 등의 중립성		

세 가지의 지속가능 교통지표는 <표 2>에서 설명한 바와 같이 계획과정 상에서 중요시되는 여러 가지 목표 (goals and objectives)를 설정할 수 있으며, 이들 목표는 적절한 성과척도(performance measures)를 이용하여 정량화될 수 있다. 즉 경제지표를 예를 들면 정책방향에 따라서 인당 이동성 향상 및 안전 극대화를 목표로 설정할 수 있으며, 이는 각각 인당 통행율(travel rate)과 통행거리당 교통사고 수 등을 이용하여 성과척도로 구할 수 있다. 마지막으로 수치적으로 표현되는 성과척도는 지수(indices), 즉 세 가지 지속가능 교통지표인 경제지표, 사회지표, 환경지표를 하나의 값으로 집계한 복합척도

로 가중치를 이용하여 집계한 다음 투자우선순위를 분석할 수 있다. 박진경·엄진기·이준(2008)<sup>5)</sup>은 단일기준 분석법인 비용편익분석이 아닌 다원기준분석법 중의 하나인 다원-속성 효용이론(Multi-Attribute Utility Theory, MAUT)을 이용하여 지속가능 관점에서 고속철도 노선축의 투자우선순위를 선정한 바 있다.

지속가능 교통지표는 각각의 목표별로 시간에 따른 성과척도의 개선 정도를 평가할 수도 있고, 가중치(weights)를 이용하여 하나의 지속가능 교통지수로 집계하여 어떠한 교통정책이 지속가능한 교통측면에서 더 바람직한지를 평가할 수도 있는 장점을 가진다. 가중치

는 어느 정도의 주관성이 개입된다고 볼 수 있으므로 아직까지는 논란의 여지가 있지만 한편으로는 정책목표에 대한 상대적인 중요도에 따라서 가중치를 다르게 산정하여 산출하고, 비교할 수 있다는 장점이 있다고도 볼 수 있다.

#### 4. 맺음말


교통사업을 평가하는 가장 일반적인 방법은 비용편익분석(Cost Benefit Analysis)과 다원기준분석(Multi-Criteria Analysis)을 들 수 있다. 미국, 일본, 영국, 프랑스 등 대부분의 선진국에서도 교통사업을 평가하는 주요 방법으로 공통적으로 비용편익분석에 기반한 방법을 사용하고 있다. 일반적으로 비용편익분석을 수행할 때 이들 국가들도 우리나라와 마찬가지로 통행시간 절감과 교통사고 감소 및 환경적 영향을 중요한 요소로 포함시키고 있다. 그러나 영국과 프랑스의 경우 지역개발효과를, 미국과 일본의 경우 이 뿐만 아니라 최소생계수준보장 등의 형평성 요소를, 독일의 경우 해당 지역의 정치적 효과까지도 정량적 또는 정성적으로 고려하여 비용편익분석에 포함시키고 있다. 예를 들어 영국의 SR2(Southampton Railway Systems Research)에서는 고속철도의 비용편익분석시 기준년도가 아닌 장래의 통행시간가치를 적용하여 통행시간절감 효과를 분석하고, 경제개발효과, 집적의 경제 효과 등을 편익요소로 포함시켜 분석하고 있으며, 분석기간은 개통 후 60년을 고려하고 있다. 따라서 비용편익분석시 포함되는 편익요소뿐만 아니라 그 상대적 중요성은 국가별로 상이하게 나타나고 있으며, 이에 따라서 각 국가들 간 교통사업에 대한 평가결과는 매우 다르게 나타난다고 할 수 있다. 더불어 이들 국가에서는 접근성이나 건강, 안전, 환경, 복지, 주변지역에 미치는 경제적 영향 등을 다원기준분석을 이용하여 보완하고 있다.

녹색기술과 녹색산업을 새로운 성장동력으로 활용하여 저탄소 녹색성장을 추구하고 있는 현 시점에서 지역 간 교통체계는 환경친화적이고 에너지 효율적이며 동시

에 수송 효율성이 높은 철도 중심으로 개편되어야 한다는 것은 누구나 인식하고 있는 사실이다. 그러나 이와 같은 정책방향과는 별도로 국가 고속철도 네트워크 계획에 있어 평가기법은 아직도 비용편익분석에 의한 경제적 타당성 분석이 너무나 큰 부분을 차지하고 있다고 해도 과언이 아니다.

비용편익분석과 같은 금전적인 평가기법은 명확하다는 장점이 있는 반면 계량화 할 수 없거나 금전적인 가치로 환산할 수 없는 요소를 분석에 포함시킬 수 없다는 단점이 있다. 교통계획과정은 여러 상충되는 목적과 이해관계와 관련된 이산적인 일련의 대안을 평가해야 하기 때문에 비용편익분석과 같은 단일기준분석은 지속가능한 교통과 관련된 복잡한 문제를 적절하게 다루지 못한다고 볼 수 있다. 따라서 지속가능한 교통 측면에서 국가 고속철도 네트워크 구축과 같은 교통정책을 평가하고 투자우선순위를 선정하기 위해서는 AHP(Analytical Hierarchy Process), 다원-속성 효용이론(Multi-Attribute Utility Theory), Outranking Method 등 다원기준분석을 이용하여 분석할 필요성이 있다.

물론 앞서 언급한 바와 같이 전 세계적으로 교통사업을 평가하는 주요 방법으로 사용되고 있는 비용편익분석을 무시할 수는 없다. 그러나 우리나라도 영국, 프랑스, 미국, 일본 등 여러 선진국과 마찬가지로 교통사업을 평가할 때 비용편익분석에 더해 형평성과 접근성, 지역개발효과, 복지, 건강 등 여러 측면들을 다원기준분석을 통하여 보완하는 노력을 전개해야 할 것으로 판단된다. 특히, 장기적인 고속철도 네트워크 구축과 같은 광범위한 인프라 투자계획을 수립할 때에는 경제적, 사회적, 환경적 측면을 비롯한 건강과 복지 등 여러 요소가 적절한 균형을 이루면서 정책과 교통을 연계시키는 종합적이고 지속가능한 방향으로 교통정책을 추진하도록 노력해야 한다. 본 연구에서 제시한 지속가능 교통지표를 다원기준분석을 통해 지속가능 교통지수로 통합하여 정책방향에 맞게 활용할 수 있다면 저탄소·저에너지 지속가능성장으로 변화하고 있는 교통시설 투자정책을 반영한 합리적인 국가 고속철도 네트워크 구축에 도움을 줄

수 있을 것으로 판단된다. 

◆ 참고 문헌 및 주석

1. WCED(1987), "Our Common Future", Oxford University Press.
2. Litman, T.(2007), "Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning", Victoria Transport Policy Institute Paper 07-2706, Victoria, Canada.
3. Zietsman, J., L. R. Rilett and S. Kim(2003), "Sustainable Transportation Performance Measures for Developing Communities", Report SWUTC/167128, Southwest Region University Transportation Center, The Texas A&M University System, College Station, October, Texas

4. 학문적 영역을 넓혀가고 있는 지속가능 교통지표는 여러 국내외 연구에서 개발되고 있는데, 특히 국내의 경우 한국교통연구원의 지속가능 교통지표 개발(2002)과 지속가능한 도시교통체계 구축방안(2004), 국토연구원의 국토관리의 지속가능성 지표 설정과 활용에 관한 연구(2007), 그리고 시정개발연구원의 지속가능한 교통정책지표 개발 및 활용방안(2008) 등을 들 수 있다.
5. 박진경, 엄진기, 이준(2008), "지속가능한 고속철도망 계획을 위한 투자우선순위 선정에 관한 연구: 다원-속성 효용이론을 이용하여", 한국철도학회 논문집, 제11권, 제1호, pp. 45-53.