

철도투자분석을 위한 효과항목과 수익 고려방법

Revenue Transfer as an Important Benefit Item for Railroad Investment Analysis

서선덕* 양근율**

Suh, Sunduck Yang, keunyuul

ABSTRACT

What benefit items from railroad investment are evaluated, and how those items are quantified have profound impacts on the feasibility of the proposed investments. They also have implications on the projects priorities, not to mention on intermodal comparison between highway and railroad. Evaluation procedures currently being utilized in Korea show limits in fully evaluating railroads' investment impacts. Economic and practical implications are evaluated for including revenues for railroad investment. Based on the critical evaluation of procedures in other countries, and based on the analysis of Korea's national transportation goals, new and improved benefit items are redefined and quantification guidelines are proposed.

1. 서 론

지금까지 철도투자의 효과를 체계적·객관적·합리적으로 평가하지 못함으로써 철도의 역할이 객관적으로 평가를 받지 못한 면이 있고, 이로 인해서도 철도에 대한 투자가 어려웠던 점이 지적이 되어왔다. 지역간 철도의 신설이나 기존선 개량사업의 경제적 타당성을 파악하여 철도투자사업의 투자 타당성을 확인하거나, 건설대안이 다양할 경우 최적의 대안을 파악하는데 사용하기 위해서는 구체적이고 객관적인 평가체계가 필요하다. 일반적으로 이러한 평가과정에 포함된 검토항목들은, 매우 다양하고, 또한 계량화 방법에도 다양한 이론과 방법이 존재하는 것이 현실이다. 그러나, 철도의 경우 현재 사용되고 있는 효과 항목이 지나치게 제한적이고 철도의 특성을 제대로 반영하고 있지 못하다고 지적을 받아왔다. 이러한 의미에서 최근에 진행되고 있는 철도분석편람과업(2001)은 시기적으로 매우 적절하다고 하겠다. 본 논문은 편람에서 시방하는 평가항목과 계량화 절차에 대해서 소개하며 특히 수익을 철도투자의 편익으로 계산하는 절차를 소개한다.

2. 문제의 제기

2.1 철도투자분석- 우리나라의 현주소

투자심사편람 : 수송부문(경제기획원, 1982), 철도부문사업의 예비타당성 표준지침 연구 (한국개발연구원, 2000)등이 구체적인 법적 기반을 가지지 않은 상태이지만 실질적으로 철도의 투자 효과 분석에 활용되어온 절차이고, 교통시설 투자평가 지침 (교통개발연구원 2000)은 교통체계효율화법

**정회원 · 한양대학교 교통공학과 부교수 · 공학박사 · 031-406-6290(E-mail : sunduck@hanyang.ac.kr)

** 정회원 · 철도기술연구원 책임연구원 · 공학박사 031-461.8531 X 145(Email: keunyuul@hanmail.net)

에 근거한 평가절차이며 앞으로 활용이 기대되고 있는 절차라고 할 수 있다. 그러나, 첫째, 장래 수단별로 Level of Service를 결정할 장래 투자 사업의 고려방법에 대한 시방 미비, 둘째, 계산과정의 구체적인 시방 미비, 셋째, 사업간의 수요추정의 정도에 대한 규정미비, 넷째, 비용 및 편익산정에서의 각종 문제점 등이 기존체계의 제한 사항으로 제기가 되어왔다. 특히 지적을 받고 있는 항목은, 기존의 효과측정 방법이 운영자에 대한 효과를 명시적으로 고려하고 있지 못하고 있다는 점이었다. 예를 들어 일본이나, 중국의 경우는 운영자의 수입증대를 중요한 철도 편익의 하나로 산정하고 있다. 우리나라는 수입을 재정분석에서만 고려하여 왔으나, 이는 명시적으로 의사결정에 기여를 한다고 보기는 어려운 점이 있다. 철도의 특성이라고 여겨지는, 환경친화성, 안정성, 안락감, 토지 이용의 효율성 등에 대한 고려도 완전하지 못하였다는 지적을 받아왔다. 이러한 절차들이 도로와 철도 사이의 수단간 비교에 활용될 경우에는 그 문제가 더욱 크게 노정되어왔다.

2.2 외국의 평가체계

외국의 사례를 분석하기 위해서 중국철도사업 투자분석편람(鐵道部計劃社, 1997), 독일의 종합교통계획을 위한 거시 경제성 평가 편람(독일 교통부, 1922), 미국의 RailDec(FRA, 1995), STEAM(FHWA, 2000), 및 일본의 철도사업 투자분석편람(JITPS, 1997)을 분석하였다. 상세한 내용은 본문에서 기술하지 않았으나, 철도투자편람은 궁극적으로 그 나라의 교통정책에 근거한다고 보아야 한다는 것을 확인하였다. 어떠한 항목을 비용이나 편익으로 상정할 것인지, 또 그러한 항목들을 어떻게 계량화 할 것이고 경제적 타당성을 어떠한 기준에서 입증할 것인지가 모두 단순한 계산 절차상의 문제가 아니라 국가 교통정책상의 목표에 따라 좌우된다. 각 교통수단간의 공평한 경쟁 체계를 구축하고, 수단의 특성을 국가 교통 체계 내에서의 기능을 극대화 할 수 있는 방향으로 평가하는 것도 국가교통정책의 목표로 많이 활용하는 효율성의 극대화라는 명제를 달성하기 위한 것이라고 할 수 있다.

이들 검토된 국가들에서 공통적으로 또는 많은 국가에서 활용하고 있는 평가 개념을 우리나라의 현실과 비교해 보는 것은 필요한 일이다. 외국의 사례에서 보면, 나라별로 차이가 있기는 하지만, 첫째, 수요평가 절차의 객관화, 둘째, 운영효과 등의 추가적 분석, 셋째, 타 수단과의 연계, 넷째, 철도 편익항목의 다양화, 다섯째, 계량화 방법의 구체화/객관화, 여섯째, 위험성 분석의 활용, 일곱째, 평가절차의 전산화 등의 사항들을 발견할 수 있었는데, 이러한 사항들은 우리의 절차를 개발하는데 많은 시사점을 준다고 할 수 있다.

3. 바람직한 접근방향

편익과 비용의 측정은 이론적으로 건전하고 확인된 절차에 따라서 해야하는 것은 말할 것도 없다. 또한 철도투자효과의 평가는 결과적으로 국가교통정책상의 목표(goal)와 목적(objective)의 만족정도를 측정할 수 있어야 할 것이다. 예를 들어, 과거의 접근성이나 이동성 향상이라는 목표에서 좀더 광범위한 '삶의 질(Quality of Life)'의 향상에 어떠한 기여를 하는지를 평가하는 나라가 많아졌으며, 이는 우리나라에도 해당된다고 할 수 있다. 이럴 경우 접근성이나 이동성 향상으로 인한 편익은 효과뿐만 아니라 궁극적으로는, 경제성, 안전/보안 및 환경에 대한 항목들을 종합하여, 우리의 삶의 질의 향상에 얼마나 기여를 하였는가를 명시적으로 평가하는 것이라고 할 수 있다.

3.1 철도투자효과

분석의 필요에 따라 다양한 효과를 평가하는 것 자체는 얼마든지 가능할 것이나, 철도 투자의 전체 경제적 효과를 파악하는 데는 동일한 효과를 반복해서 합하지 않도록 세심한 주의가 필요하다. 교통학적인 측면에서 보면 교통서비스를 위한 비용이 투입되면, 서비스의 기능(Performance)과 지역사회에 대한 효과(Impact)가 발생하게 된다. 다른 용어로는 서비스의 기능에 해당되는 것이 사용자(User) 및 운영자(Operator)에 대한 효과이며, 지역사회의 효과는 사회(System)에의 효과라고 할 수 있다. 프랑스의 도로 편람에서 사용자, 운영자, 국가의 효과를 명시적으로 분석하거나, 미국의 경우 STEAM등에서 수입전이(Revenue Transfer)등을 계량화하거나, 일본과 중국에서 철도 운영자의 수입(Revenue)을 편익항목으로 계상하는 것들이 바로 이러한 3개의 효과항목들을 구체적으로 계량하는 사례들이다. 이와 같이 수입을 고려하는 것은 재무분석과는 별도로 시행되고 있다. 독일의 경우에도 도로사업으로 인해 철도노선의 수입이 감소할 경우, 이러한 부족분을 정부가 보전해 주어야 한다는 차원에서 도로사업의 비용으로 계상하는 것도 이러한 맥락에서 이해할 수 있을 것이다. 철도의 투자로 인한 생산성(Productivity)향상도 계량화하여야 할 부분이다.

3.2 편익으로서의 수익의 반영 필요성 및 당위성

많은 외국에서 우리나라와는 달리 자유롭게 철도투자의 편익으로 수익을 고려하는 것을 보면서 의아하게 생각할 수가 있을 것이다. 우리나라에서는 수익을 고려하는 것이 중복계산이라는 지적이 많이 있어왔다. 이는 이 나라들의 편람을 구체적으로 확인하고, 전체적인 비용/편익항목을 어떻게 계산하는가를 확인하지 않고서는 불가능하다. 미국의 경우에서도 사용자 비용과 O&M비용에서 중복계산을 하지 않도록 매우 강조하고 있다. 그리고 중복계산의 가장 가능성이 높은 것으로서 일부 사용자 비용이 O&M비용으로 전이되는 것인데, 통행료, 주차료, 연료세, 보험료등을 예로 들고 있다. 그러면 어떻게 요금은 반영이 될 수 있는가? 이는 다음 예제에서와 같은 계산 방법으로 가능하다 (NHI, 1995).

- 예) 특정 corridor에 LRT 사업을 하였으며,
기존에 버스만 있을 경우 수요: 28,080 통행/day
버스와 LRT 경우의 수요: 40,000 통행/day
LRT 수요: 25,960 통행/day
대중교통 차내시간 변화: -10분/통행
대중교통 차외시간 변화: +1 분/통행
LRT 없을 경우 평균 요금: \$1
LRT 있을 경우 평균 요금: \$1.25

이상의 조건에서 새 수단에 따른 대중교통 이용자의 직접편익은,

- 1) 통행당 비용의 변화= (요금증가+차내 시간가치+차외 시간가치)
- 2) 기존 사용자의 비용절감 = 28,080 * 통행당 비용의 변화
- 3) 새로운 대중교통이용자의 비용절감 = 0.5 * (25,960) * 통행당 비용의 변화로 계산을 하였다.
이는 전형적인 소비자 잉여 계산방법이며, 단지 통행비용의 변화에 요금의 변화가 고려되어 소비자 잉여가 요금부분만큼 감소시킨 것을 편익 항목으로 Revenue Transfer를 계산하는

데, Revenue Transfer 는 $40,000 * \$0.25$ 이다. 이와 같이 직접편익을 계산하면서 요금에 해당되는 부분이 감소되었기 때문에, 이 부분을 추가적인 수입으로 고려하여도 하등의 문제가 없음을 알 수 있다. 이러한 계산은 결국 각 O/D의 짝에 대해서 시행하여야 한다. 이상의 상태는 다음의 소비자 잉여 그림에서 알 수 있다.

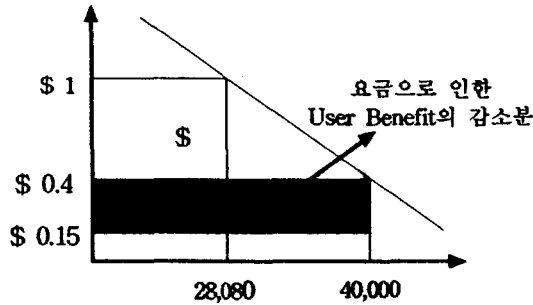


그림 1. 소비자 잉여의 계산 개념도

이러한 방법을 사용하지 않으면 Toll road나 기타 TDM(Transportation Demand Management) 및 TSM(Transportation Systems Management)대안을 분석하기가 어려울 것이다. 과거에 우리나라에서 사용하던 system cost의 차이만으로는 도로의 국도/고속도로나 대중교통의 이와 같은 수의 효과를 명시적으로 구분할 수가 없는 어려운 점이 있다. 일본의 경우에도 접근 방법은 동일하다. 미국과 마찬가지로 비용에 요금을 포함한 일반화 비용을 사용하고 있다. 다만, 일본의 경우는(JITPS, 1997) 일반화 비용에 여객 쾌적성을 추가로 고려하고 있다. 일반화 비용 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$GC_{k,ij} = F_{k,ij} + \sum_a (\omega_a \cdot \sum_{pq} T_{a,k,ij,pq}) + \sum_b (\omega_b \cdot \sum_{pq} conf_{b,k,ij,pq})$$

여기서,

$GC_{k,ij}$: 존 i에서 존 j로의 k번째 교통기관 또는 경로의 일반화 비용(엔)

$F_{k,ij}$: 존 i에서 존 j로의 k번째 교통기관 또는 경로의 운임(엔)

$T_{a,k,ij,pq}$: 존 i에서 존 j로의 k번째 교통기관 또는 경로의 종류 a의 링크 p-q의 소요시간(분)

$conf_{b,k,ij,pq}$: 존 i에서 존 j로의 k번째 교통기관 또는 경로의 링크 p-q에서 발생하는 합의 여객 쾌적성의 지표값의 시간 환산치(분)

ω_h : 링크 또는 여객 쾌적성의 종류 h의 시간 평가치(엔/분)

이다.

이러한 접근 방법을 우리나라에 적용하는데는 문제가 없는 것으로 판단하였다. 다만 기존의 우리나라에서 사용하던 비용의 절감 공식을 그대로 적용할 수는 없으며, 편익항목에 대한 재구성도 필요하다 하겠다. 철도 차량비를 고려하지 않는 것은 외국의 경우 소수에 그치고 있으며, 차량비가 고려가 되지 않으면 철도수송의 Level of Service가 완전히 정의가 되기가 어려운 점등을 고려하여 차량비는 명시적으로 반영하는 것으로 하였다.

3.3 철도투자 효과 항목 정의

이상의 내용을 고려하여 철도투자의 효과를 철도사용자, 기타 수단사용자, 비 사용자, 그리고 운영효과로 분류하였는데, 이는 기존의 많은 외국의 사례나 경험을 바탕으로 현재의 절차에서 극단적으로 변화하지 않은 것이라 판단된다. 유발수요에 의한 편익과 화물의 시간가치에 대해서는 필요한 경우에는 고려할 수 있을 것이다. 운영효과는 사용자 편익을 앞서와 같이 소비자 잉여의 형태로 계산한다는 전제 하에 고려한다.

1) 철도사용자의 편익:

- 대상 시설 사용자 및 화물의 편익 : 이는 평가 대상 시설을 사용하는 승객 및 화물의 시간절감 효과와 운임효과이며 앞서와 같이 개별 O/D pair를 기준으로 계산한다.
- 기존 철도 사용자 및 화물의 편익 : 직접 투자 대상은 아니지만 network효과로 인해, 기존 철도 사용자 및 화물의 편익도 발생하는데, 이도 개별 O/D pair에 대해서 앞서와 같은 방법으로 계산한다
- 유발수요에 따른 편익 : 시설개선으로 추가적으로 발생하는 수요가 나타내는 효과로서 유발수요의 크기등은 정성적인 방법을 사용하거나 아니면 직접수요모형에서 도출이 가능하다.

2) 기타 수단의 사용자에의 편익

이는 철도사업으로 인한 전환수요가 발생하고, 그러한 전환수요가 기존의 수단에의 수요를 감소시키고, 이것이 발생시키는 서비스 수준의 증가에 의한 편익이다.

- 도로 사용자의 시간절감 : 기존의 도로사용자중 일부가 철도로 전환됨으로서 해서 발생하는 도로 사용자의 시간절감이다. 화물자동차에 대한 효과도 계산할 수 있다.
- 사고 감소 효과 : 전환교통량에 의한 사고 감소 효과이며, 도로종류별 사고 원단위를 활용하여 계산한다.
- 건널목 개선에 따른 사고/지체 감소 : 이는 기존선 개선등의 사업에서 건널목 입체화가 비용으로 고려되었을 경우 산정하여야 하는데, 건널목의 입체화에 의한 사고/지체 감소효과를 계산한다. 사고예측모형과 지체모형을 활용한다.
- 차량 운행비 절감 : 도로 사용자가 느끼는 속도변화에 따른 차량 운행비의 감소효과를 전차종에 대해서 계산한다. 이 편익부분은 최근 차량운행비의 경제속도가 낮아진 경향이 있어서 속도가 높아짐으로 해서 이는 더 커질 수도 있다는 것을 인식할 필요가 있다.
- 항공/항만의 전환수요에 근거한 편익 : 도로와 같은 개념으로 항공 및 항만에서의 전환수요가 발생시키는 편익이며, 이 항목의 계량화는 각 수단의 편람을 참조하여야 한다.

3) 비 사용자 편익

이는 사회에 대한 일반적인 편익이라고 할 수 있다.

- 대기오염 감소 효과: 도로에서의 전환교통량으로 인한 대기오염물질 감소효과를 말하며, HC, NOX, CO, PM, CO2등의 양을 원 단위에 따라 계산하고, 사회적 비용을 곱하여 구한다. 철도의 운행에 따른 효과도 고려하여야 한다.
- 소음 감소 효과: 대안에 따라 전환된 교통량에 따라 도로에서의 소음 감소효과와 아울러 철도에서의 소음효과도 같이 고려하여야 한다. 현재 국소적인 예측식들이 활용되고 있다.

- 도로 유지보수비용 감소효과 : 전환된 수요로 인해, 도로 사용자가 감소하고 결과적으로 발생하는 도로 유지보수비용의 감소효과를 말하며, 이는 도로편람에서 제공받도록 한다.
- 철도 유지보수비용의 감소 효과 : 시설개선/속도 향상으로 인한 생산성 향상에 따른 감소효과이며, 이 항목의 측정에는 객관적이고 종합적인 운행비 함수들이 필요하다.

4) 운영효과

- 여객 및 화물의 Revenue증가분: O-D pair간을 기준으로 계산하는데, Level of Service를 얻기 위해서 추가적으로 지불한 요금들이 포함된다.

5) 비용

이는 철도시설 투자에 관련된 비용을 추정하는 것이며, 예비설계에 근거하여 현지 사정을 반영할 수 있도록 산정되어야 할 것이다. 이는 건설비, 차량비, 설계비, 운행/유지보수비로 구분할 수 있다. 예비비의 포함여부는, 적산 과정에서 반영여부와 그 크기가 고려되는 것이 바람직하나 원칙적으로는 물량예비비는 반영하는 것이 효과적이다.

4. 요약 및 추후 연구방향

기존의 철도 분석체계가 가지고 있던 문제점 중에서 가장 큰 수익의 반영을 위한 이론적인 정립을 하였다. 수익을 반영하기 위해서 기존의 단순한 system cost의 차이를 편익으로 계산하던 절차보다는 정교한 절차가 필요하며, 그러한 절차를 활용하기 위한 전체적인 편익의 계산 항목과 방법에 대해서도 방향을 제시하였다. 편익을 철도사용자, 기타수단 사용자, 비 사용자 편익 및 운영효과로 대별하였으며 이들 항목들을 계량화하는 방향을 제시하였다. 국가의 교통정책목표가 변화되고 사회의 필요가 바뀌면 투자효과체계도 연동되어 변화하는 것이 필요하기 때문에 이러한 측면에서 투자분석효과에 대해서도 지속적인 보완이 필요하다고 하겠다.

감사의 글

본 논문은 두뇌한국 21사업 핵심분야에 의하여 지원되었습니다.

참고문헌

1. California Life-Cycle Benefit/Cost Analysis Model (Cal-B/C), Booz-Allen & Hamilton, 1999
2. 철도청, 철도투자분석 및 평가편람 개발, 최종보고서(안), 대한 교통학회, 한국 철도학회, 2001
3. Federal Minister of Transport(1992), "Federal Transport Investment Plan", Federal Minister of Transport.
4. Federal Railroad Administration(1995), "Railway Cost Benefit Analysis", Federal Railroad Administration
5. JITPS(1997), "철도사업의 비용-효과분석", 일본정책연구기구, 일본 운수성 철도국 감수
6. 경제기획원(1982), "투자심사편람", 경제기획원
7. 한국개발연구원(2000), "철도부문 사업 예비타당성조사 표준지침(경제성분석부분)"
8. 한국개발연구원(1999), "예비타당성 조사수행을 위한 일반지침 연구", 한국개발연구원
9. 한국개발연구원(1999), "도로 및 철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구", 한국개발연구원
10. 鐵道部計劃社, 1997, 鐵路建設項目經濟評價方法, 제 2판, 西南交通大學出版社出版部, 成都
11. National Highway Institute, Estimating The Impacts of Urban Transportation Alternatives, NHI Course No. 15257, Federal Highway Administration. 1995