

비용최소화관점에서의 철도·도로 분담율에 관한 연구

Determination of market share between railroad and road on the cost minimization base

이 현석*
Lee, Heon-Seok

방 연근**
Bhang, Yeon-Keun

김 경태***
Kim, Kyoung-Tae

ABSTRACT

Reliable external cost must be estimated to achieve the optimal market share between transportation modes. In this paper, we determined the market share between railroad and road on the cost minimization base. The results show that optimal market share is achieved by increasing investment on railroad.

1. 서론

교통이 발생시키는 교통혼잡, 교통사고, 공해와 같은 막대한 외부비용(external costs)이 개선되지 않고 여전히 계속 발생되고 있으며, 환경친화적인 철도는 여전히 공급부족으로 수요를 충족시키지 못하는 현실을 보면서 두 가지 관점에서 해결책을 모색하지 않으면 안될 것이라고 본다. 하나는 각 교통수단이 발생시키는 모든 외부비용이 운임과 사용료 등에 반영되어야 하며, 다른 하나는 비용의 관점에서 철도와 도로의 적정 분담율을 모색하여 보고 철도에 대한 투자를 확대하여야 한다는 것이다.

각 교통수단이 발생시키는 외부비용에 대한 내재화(운임과 사용료 등에 반영하는 것)의 경우 EU는 논의의 단계를 넘어 작년부터 구체적으로 트럭에 적용시키는 실행단계에 접어들고 있다¹⁾. 영국의 경우에도 간선도로에 대한 평가에서 도로교통으로부터 발생하는 외부비용을 어떻게 내재화하고, 정부의 개입은 어떻게 하며, 내재화하는 과정에서 불이익을 당하는 측에게 어떻게 보상하는 것이 바람직한가에 대한 연구를 바탕으로 정부에 대한 건의가 이루어지고 있다²⁾. 우리는 아직 정부차원에서 본격적인 논의가 이루어지지 않고 있어 이에 대한 논의를 활성화하는 것이 시급한 실정이라고 할 수 있다.

철도와 도로 등 교통수단에 대한 적정 분담율을 계산하기 위한 시도는 여러 가지 방식으로 이루어져 왔는데 자료의 신뢰성 및 누락 등 여러 가지 이유로 아직 신뢰성 있는 결과를 도출하고 있지 못한 실정이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 상대적으로 다른 접근방법에 비해 간단하기는 하지만 시사점과 유용성이 큰, 특정 시점에서 외부비용을 포함하여 총 비용을 최소화하는 철도와 도로의 분담율을 도출하고자 한다.

* 한국철도기술연구원 원장

** 한국철도기술연구원 정책연구팀 책임연구원

*** 한국철도기술연구원 정책연구팀 주임연구원

1. Parliament and Council Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures. Bulletin EU 6-1999.

2. Transport and the Economy, 1999 report, The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment. Ch. 7.

2. 본 론

2.1 교통수단의 외부비용

모든 교통수단은 그 이용의 결과 인프라 훼손, 교통혼잡, 교통사고 또는 공해와 같은 바람직하지 않은 외부비용을 발생시킨다.

2.1.1 교통혼잡

교통혼잡은 시간의 낭비를 초래한다. 이는 도로의 설계용량보다 더 많은 교통량이 도로에 진입하였을 때 발생한다. 이 경우 모든 도로 이용자는 시간지연을 발생시키고 다른 이용자에게 시간지연을 초래한다. 이러한 시간지연은 경제적 손실을 의미하는데 사람들이 시간에 가치를 부여하고, 에너지 사용이 시간지연에 따라 증가하기 때문이다. 그러나 도로 이용자들은 자신의 도로이용선택이 자신에게 미치는 개인적 편익과 자신의 선택이 다른 모든 사람에게 초래하는 사회적 비용(소위 사회적 한계비용)을 비교하지 않기 때문에 “시장의 실패”(market failure)가 발생한다. 따라서 개인이 지불하는 사용료가 자신의 선택이 다른 모든 인프라 이용자에게 미치는 총 사회적 비용과 같아지도록 하게 함으로써 “시장의 실패”를 수정할 수 있게 된다.

그러나 우리가 인지하는 바와 같이 여행목적에 따라 시간의 가치는 달라진다. 항공기를 꼭 탑승하여야 하는 비즈니스맨, 생산라인에 공급할 재료를 운반하는 대형트럭은 도착시간에 구애받지 않는 관광여행자보다 교통혼잡으로 인해 발생하는 지연시간에 높은 가치를 부여할 것이다. 경제적 관점에서 바람직한 목표인 높은 시간가치를 부여하는 사람(도로이용의 편익이 큰 사람)에게 도로 이용을 할당하는 것을 달성하기 위해서는 혼잡비용을 부과하는 것이라고 할 수 있다. OECD 보고서에 의하면 서구 선진사회에서 도로혼잡으로 인한 외부비용은 GDP의 2% 정도로 추산되고 있으며 중시하여야 할 외부비용으로 간주되고 있다(Quinet(1994)).

참고로 1993년 영국의 경우 도로여건 및 이용 시간대에 따른 혼잡비용은 아래의 표와 같다.

도표 1. 영국의 교통혼잡비용, 1993

구 분	비용 점유율	혼잡비용 (pence/car-km)	교통량 점유율	구 분	비용 점유율	혼잡비용 (pence/car-km)	교통량 점유율
고속도로	1	0.32	17	소도시 비피크시	9	5.17	7
도심도로 피크시	13	44.74	1	기타 도시	0	0.08	14
도심도로 비피크시	27	35.95	3	농촌 2차도로	0	0.06	12
비도심도로 피크시	17	19.51	4	기타 간선도로	1	0.23	18
비도심도로 비피크시	26	10.75	10	기타 농촌도로	0	0.06	12
소도시 피크시	6	8.47	3	가중 평균		4.18	

자료: Newbery(1995)

2.1.2 교통사고

교통사고에 관련한 비용을 추산하는 것은 어느 경제이론이 사용되는가, 실무적인 고려, 윤리적 문제 등으로 간단하지는 않으나 추세는 “지불 의사”(willingness to pay)에 기초하여 계산하는 것으로 가고 있다. EU의 경우 연간 도로 교통사고로 인한 비용은 150억 ECU로 추산되고 있는데, 의료비, 관리비, 피해 보상비용만을 고려한 것이다. 개인을 재배치하는 비용, 회복 후 사회 및 직장에 다시 합류하는데 발생하는 비용 등이 발생한다. 또한 교통사고로 인한 미래 생산 손실은 300억 ECU로 추산되고 있다³⁾. 도로이용자들은 모든 교통사고를 막기 위해 기꺼이 1000억 ECU를 지

3) 손실 미래 소득에서 개인 소비를 제외한 금액

불할 의사가 있는 것으로 파악되고 있다.

교통사고비용은 EU의 경우 GDP의 2.5%로 추산되고 있는데, 이 중에서 외부비용은 1.5% 정도로 여겨지고 있다⁴⁾. 교통사고로 인한 생산손실, 보행자 및 자전거 이용자의 사고비용은 대부분 외부비용으로 간주되고 있다. 또한 외부비용 중 교통사고로 인한 물질 피해는 보험처리 등으로 이미 내재화되어 있는 상태이다. 그러나 정확한 외부비용이 산출되기 위해서는 교통량 증가와 교통사고 위험간에 정확한 관계가 밝혀져야 한다. 즉, 양자간에 정확한 관계가 밝혀질 때, 자신이 발생시키는 교통량 증대가 다른 모든 도로 이용자에게 얼마나 사고 위험을 높이게 되는가를 알게 됨으로써 외부비용을 산출할 수 있기 때문이다.

2.1.3 공해

교통이 발생시키는 공해로 인한 외부비용은 그 공간적 범위가 지방으로부터 지구전체에 이르는 광범위한 것이다. 사람들은 자신 또는 남들이 교통수단 이용 시 발생시킨 공해에 계속 노출됨으로써 폐질환, 암, 조기 사망 등을 포함한 건강 상 심각한 피해를 입게 된다. 최근 OECD가 실시한 조사에 의하면 GNP의 0.4%가 공해로 인한 외부비용이다⁵⁾. 그러나 이 수치도 온실가스가 초래하는 지구온난화 비용을 포함시키지 않은 것이며, 일부 물질이 건강상에 미치는 피해를 저평가한 것으로 비판의 대상이 되고 있다.

2.1.4 인프라 훼손

인프라의 이용은 정도의 차이는 있으나 인프라의 훼손을 가져오고, 인프라 건설은 토지이용으로 인한 생태계의 교란 및 주거 분리 등의 부정적 효과를 초래한다. 인프라 사용료는 개인 수준에서 실제 비용에 가깝게 부과(즉, 한계비용으로 책정)되어야 하고, 장기적으로는 총 인프라 비용을 회수할 수 있는 수준에서 부과되어야 한다. 또한 순수 교통목적이 아니고 지역균형개발 목적으로 건설된 인프라에 대해서는 총 인프라 비용을 회수할 수 있는 수준의 이용료가 부과되어서는 안될 것이다.

2.2 교통부문에서의 시장실패

현재 대부분의 국가에선 교통이 발생시키는 외부비용에 대해 과세하지 않고 있으며, 해당 교통수단 이용자가 아닌 다른 사람들도 이러한 비용을 부담하게 하고 있다. 그 결과 경제시스템 전체가 교통에서 발생된 비용을 부담하고 있으며 그로 인해 경제의 경쟁력이 저하되고 있다고 볼 수 있다. 즉 교통수단의 이용과 사용료 지불이 시장원리에 따라 이루어지지 않고 있는 것이다. 따라서 시장원리가 기능하지 않는 곳에서 이를 시정하기 위한 어느 정도의 정부 개입은 필요한 것으로 여겨지고 있다.

2.2.1 발생자 부담원칙

교통이 발생시키는 부정적인 효과를 당사자가 해당 비용을 모두 부담하게 하는 것, 즉 외부비용의 내재화는 교통문제를 해결하고 이용자의 교통수단 선택에 있어 교통수단간 공정한 경쟁기반을 조성하는 것일 뿐만 아니라 사회적인 차원, 국가적인 차원, 지구적인 차원에서 자원의 효율적인 사용을 유도하는 것이라고 할 수 있다. 또한 외부비용의 내재화는 교통비용을 증대시키려고 하는 것이 아니라 교통이 발생시키는 부정적인 효과를 경감시키는 방향으로 교통수단 이용자 및 제조업자의 태도를 전환시키고자 하는 것이라고 보아야 한다. 즉 자신이 언제 어느 노선을 이용할 때 발생하는 외부비용이 얼마인가를 알게 하고 이를 공정하게 부담하게 이용료 체계를 마련하여 교통수단 이용 패턴을 변화시키고자 하는 것이다.

4) EC, Towards Fair and Efficient Pricing in Transport, COM(95)691, Annex 7.

5) 앞의 책, 28쪽.

다시 말해 외부비용을 발생시키는 당사자가 해당 비용을 모두 부담한다는 원칙은 교통시장의 공정성을 증대시킨다고 할 수 있는데, 실제 상황을 반영하는 시장가격을 창출하고 이를 통하여 각 교통수단의 운영비용을 구체화하며, 좀 더 정직한 교통수단간 경쟁을 가능하게 하기 때문이다. 또한 이용자들에게는 환경친화적인 교통수단을 지향하도록 하는 신호가 될 수 있다.

2.2.2 정부의 개입

교통이 발생시키는 외부비용은 그 효과가 해당 개인 및 지방자치단체에 국한되지 않고 전국적이며, 국제적일 수 있다는 점에서 정부의 개입은 불가피한 것으로 여겨진다. 또한 개인적 또는 지방자치단체가 혼자 대응하는 것보다는 전국적인 차원에서 대응하는 것이 유리한 규모의 경제가 존재한다는 점에서도 중앙정부의 역할은 필요하다 하겠다.

또한 막대한 투자가 들어가는 환경친화적인 철도시스템의 현대화, 철도망의 확대 투자를 통한 철도의 경쟁력 증대, 주요 철도 노선망의 신속한 건설, 남북철도의 연계 등과 같은 국가간 차원의 사업을 추진하는데 정부의 역할이 막중하다 하겠다.

2.3 외부비용의 내재화 노력

2.3.1 유럽연합의 노력

1995년 12월 유럽연합(European Union)은 교통에 발생하는 외부비용을 내재화하는 정책 녹색(green paper)을 발표하였는데, 교통수단 이용자들에게 자신들이 발생시키는 모든 사회적 비용을 부담시킴으로써 교통문제를 해결하고 유럽 경제의 경쟁력을 더욱 제고시킨다는 것이었다. 녹색가 제시하고 있는 내재화의 방법은 다음과 같다.

교통혼잡은 도로부문에서 심각한 외부비용을 발생시키는데, 이를 극복하기 위해선 교통정보시스템, 교통방송안내, 컴퓨터에 의한 교통수요 관리, 전자요금징수시스템(스마트 카드 등) 등이 개발되어야 한다. 그러나 장기적으로 교통혼잡을 줄이는 유일한 방법은 인프라를 이용하는 사람들에게 인프라의 건설과 운영에 소요되는 비용을 보전할 수 있는 변동비 성격의 사용료(variable charges)를 부과하는 것이다.

도로교통사고를 줄이기 위해선 속도제한, 음주운전단속, 차량안전성능기준 강화 등이 시행되고 있다. 도로사고 외부비용(의료비용, 생산 유실 등)의 내재화는 개인 운전자의 모험성향을 감소시키는데 목표를 두어야 한다. 공해발생자 부담원칙(polluter pays principle)에 따라 운전자는 자신이 취한 모험에 비례하여 지불하여야 한다. 이를 위해 녹색는 다음과 같은 제안을 내놓고 있다.

- EU 모든 국가들을 통하여 도로교통사고 통계의 기록 및 평가에 있어 완벽한 조화
- 프리미엄 보험의 실시
- 분쟁(사고에 대한 보상 주장) 조정의 기준 및 관행의 조화
- 승용차 안전 평가 및 안전한 승용차 구매를 촉진하기 위한 인센티브 제공

공해 관련한 비용은 공중보건과 환경에 미치는 영향으로 인해 대단히 큰데, 녹색는 교통이 발생시키는 공해를 줄이기 위한 차량 및 연료에 대한 기술 개선, 복합운송(intermodality) 등 현존하는 규제를 개관하고 있다. 이러한 규제들은 다음과 같은 경제적 수단들에 의해 보완되어야 한다고 제안하고 있다.

- 연간 부과되는 자동차세(vehicle taxes)에 환경부담금을 포함시킬 것
- 연료 질의 차이를 반영하는 차등화된 연료세(fuel taxes) 도입
- 환경 영향의 관점에서 디젤 유(diesel fuel)에 대한 세금감면을 재고할 것
- 자동차별 환경 영향에 기초하여 주행세(kilometer tax) 및 톨 비용(road tolls)을 도입할 것

EU 교통분과위는 소음을 감소시키기 위해 사용료를 부과할 수 있는가를 검토하고 있다.

녹서는 교통의 외부비용을 반영하는 운임시스템은 형평성과 효율성을 반드시 반영하여야 한다고 기술하고 있다. EU 내부 교통시장에서 교통수단내 및 교통수단간 공정한 경쟁조건이 갖추어지도록 하여야 한다는 것이다.

또한 EU는 교통이 발생시키는 외부비용의 내재화를 위한 3단계 전략을 제시하였는데, 1단계는 1998년부터 2000년 말까지 교통의 한계비용을 산출하여 사용료 징수 시스템의 틀을 개발하며, 2단계는 2001년에서 2004년 사이에 회원국들로 하여금 사용료 징수 시스템을 시험적으로 시행하고, 3단계는 진행과정을 검토하고 더 필요한 조치사항들이 있는가를 알아보는 것이다⁷⁾.

이러한 EU의 노력은 1999년 6월 대형트럭에 대한 조세가 유럽 의회에서 통과됨으로써 인프라에 대한 교통수단간 사용료 부과에 있어 형평을 도모하는 전략에 중요한 진전을 이룩한 것으로 평가되고 있다. 일명 'Eurovignette' directive라고 불리는 Directive 1999/62/EC는 대형트럭에 대한 최소한의 연간 조세와 최대 연간 및 일일 인프라 사용료 그리고 톨 비용에 대한 규제의 틀을 마련하고 있다. 이러한 인프라 사용료는 인프라 건설에 소요된 비용을 회수하고 차량의 환경적 특성 및 이용 시간에 따라 차별화 할 수 있도록 하고 있다.

도표 2. 대형트럭에 대한 EU 국가간 조세 비교(일반적인 축중의 경우)

구분	33-38t 2+3	33-38t 3+2	33-38t 3+3	40t 5	41t 6	44t 6
EU Directive	515	454	225	628	535	535
벨기에				819		870
덴마크	518	457	226	935	538	538
프랑스	652	774	652	939	707	707
독일	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678	2,678
아일랜드	3,157	3,157	3,157	3,157	3,157	3,157
네덜란드	867	867	867	933	956	956
스웨덴	4,430	5,889	6,479	5,889	6,479	6,479
영국	4,886	4,292	1,948	8,752	3,805	1,948

주: 대형트럭의 총 톤수, 트럭 및 트레일러 축의 수(예, 3(트럭의 축 수)+3(트레일러의 축 수))에 따라 차별 부과. 트레일러에 대한 조세는 제외된 금액임.

2.3.2 영국의 노력

영국은 정부관련 자문기구인 '간선도로평가에 관한 상임 자문위원회'(The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment)에서 도로가 발생시키는 외부비용에 대한 내재화에 관하여 정부에 권고안을 제시하고 있다⁸⁾.

먼저 이 자문위원회는 도로교통의 한계편익(marginal benefit: MB)과 모든 외부비용을 고려한 한계사회적 비용(marginal social cost: MSC)이 일치하지 않고 있다는 점에서 시장의 실패를 인정하고 있으며, 이를 극복하기 위해 정부에 대해 도로 교통에 있어 각기 다른 유형의 여행별로 한계 사회적 비용과 가격(이용료, 사용료)간의 관계에 관하여 공식적인 추정치를 제공하도록 권고하고 있다.

시장의 실패를 극복하기 위해 정부가 개입할 때에는, 특히 교통량을 감소시키고자 할 때에는 비용편익분석에 의거하도록 권고하고 있다. 한계사회적 비용을 초과하는 사용료 또는 조세의 부과는 교통량이 최적수준에서 멀어짐을 경고하고 있다.

6) White Paper ' Fair Payment for Infrastructure Use' 가 간행된 연도임.

7) Fair prices for transport on the way, www.eta.co.uk/pr/gg/gg32/gg32_11.htm.

8) Transport and the Economy, 1999 report, The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, ch.7.

또한 금년 8월에는 NERA에서 탱크로리가 발생시키는 환경비용에 관한 보고서를 정부에 제출하고 있기도 하다.

2.4 비용최소화관점에서의 철도·도로 분담율

2.4.1 편익/비용 항목 설정

외부비용을 포함하여 철도와 도로간에 투자의 편익과 비용을 비교하여 보고 비용최소화의 관점에서 도로, 철도의 시장점유율을 추정하여 보기로 한다. 여기에서 철도와 도로간 비교시 비용에 포함된 항목은 사고건수, 에너지사용, 공해(NOx 발생량 등), 토지소요(도로의 경우 주차장 및 차고지 소요면적), 인력소요(단위 인·키로, 톤·키로에 소요되는 man-hour), 건설비(단위 인·키로, 톤·키로에 소요되는 건설비⁹⁾)이다. 편익으로 고려된 항목은 철도·도로 이용시의 효용으로서 철도 인(톤)·키로의 효용을 1로 할 때, 도로 자가용 인(톤)·키로는 3, 도로 영업용 인(톤)·키로는 2로 설정하였다¹⁰⁾.

구체적인 편익을 계산하기보다는 도로와 철도를 이용하는 경우 일반적으로 인정할 수 있는 효용의 차이를 반영하여 도로와 철도이용의 총 효용을 감소시키지 않으면서 비용을 최소화하는 관점에서 문제해결에 접근하고자 하는 것이다. 인·키로, 또는 톤·키로 당 사고건수, 에너지 사용, 공해, 토지소요, 인력소요, 건설비용과 도로와 철도 이용의 총 효용을 고려하여 철도와 도로간에 적정 시장점유율을 산출하기로 한다.

2.4.2 비용을 최소화하는 철도·도로 시장 점유율

위에서 설정한 항목을 철도와 도로간에 비교하기 위하여 먼저 인·키로, 톤·키로 당 해당 항목이 얼마나 물리적으로 소요되는지 원단위를 개발하여야 한다. 본 연구에서는 연구의 계속성과 일관성을 위해 이미 1990년에 일본에서 개발한 원단위를 사용하고자 한다(上岡 直見, 1990). 이 원단위를 사용함에 있어 사고건수의 경우 일본과 한국이 매우 달라 값의 차이가 커지는 위험이 있었지만, 검증한 결과 1997년의 한국 사고건수 원단위와 별 차이가 없어 그대로 사용하기로 하였다. 각 항목에 대한 원단위는 다음과 같다.

도표 3. 철도·도로 항목별 물리적 원단위

구 분	사고건수 (건/인·km, 건/톤·km)	에너지 사용 (/인·km, /톤·km)	공해(NOx) (g/인·km, g/톤·km)	토지소요 (m ² /인·km, m ² /톤·km)	인력소요 (시간/천인·km, 시간/천톤·km)	효용*	
철도 여객	0.004 · 10 ⁻⁶	100kcal	0.0008 · 10 ⁻¹	2.0 · 10 ⁻⁵	1.94	1	
철도 화물	0.007 · 10 ⁻⁶	118kcal	0.0014 · 10 ⁻¹	3.5 · 10 ⁻⁵	1.36		
도로 여객	자가	0.63 · 10 ⁻⁶	546kcal	1.56 · 10 ⁻¹	12.2 · 10 ⁻⁵	36.01	3
	영업	0.30 · 10 ⁻⁶	251kcal	2.74 · 10 ⁻¹	5.9 · 10 ⁻⁵	17.50	2
도로 화물	자가	3.59 · 10 ⁻⁶	2,153kcal	25.1 · 10 ⁻¹	70.1 · 10 ⁻⁵	206.6	3
	영업	0.21 · 10 ⁻⁶	624kcal	2.8 · 10 ⁻¹	4.0 · 10 ⁻⁵	11.92	2

주: * = 효용 값의 부여는 임의적이라고 할 수 있는데, 본 연구에서는 일본의 예를 따르기로 한다.

다음 총비용을 산출하기 위해 각 측정항목에 대해 비용 원단위를 추정하였다. 사고건수 비용에

9. Levinson, D., David Gillen, Adib Kanafani, and Jean-Michel Mathieu, 1996 연구결과 참조.

10. 도로의 이용이 철도 이용에 비교하여 효용이 2배 또는 3배가 되는가 하는 것은 논의의 여지가 있으나, 이 경우 철도에 유리하게 설정한 효용의 상대적인 크기는 아니라고 판단한다. 대부분의 사람들은 자가용으로 도로를 이용하는 경우 철도 이용보다 3배보다는 적은 효용을 부여하리라고 본다.

대해서는 철도청과 손해보험사가 지불한 사고비용을, 에너지비용에 대해서는 산업자원부가 발표한 에너지 비용 원단위, 공해비용에 대해서는 환경부가 지출한 예산, 토지소요비용은 한국감정평가협회가 조사한 결과를, 인력비용에 대해서는 제주도를 제외한 전국 운수종사자의 운임을, 건설비는 철도청과 건교부의 자료를 사용하여 추정하였다. 추정 결과는 다음과 같다.

도표 4. 비용 원단위

구 분	사고건수 (원/건/인· km, 원/건/ 톤·km)	에너지 사용 (원/kcal/인· km, 원/ kcal/ 톤·km)	공해(NOx) (원/g/인· km, 원/g/ 톤·km)	토지소요 (원/m ² /인· km, 원/m ² /톤·km)	인력소요 (원/mh/인·km, 원/mh/톤·km)	건설비 (원/인·km, 원/톤·km)	
철도 여객	0.043107	0.041725	0.031564	40346	5871.554	134.9340	
철도 화물	0.043107	0.041725	0.031564	40346	5871.554	319.2614	
도로 여객	자가	2.078555	0.041725	0.031564	40346	5871.554	246.0142
	영업	2.078555	0.041725	0.031564	40346	5871.554	284.5742
도로 화물	자가	2.078555	0.041725	0.031564	40346	5871.554	547.6102
	영업	2.078555	0.041725	0.031564	40346	5871.554	880.3509

도표 5. 비용원단위 계산 내역

- 인력비용 = $\sum(\text{시도별 육상운송 및 파이프라인 운송업 종사자} * \text{급여액}) / (\text{총 종사자} * \text{연간 근로시간})$
 - 제주도 제외
 - 자료: 통계청, 시도/산업/종사상지위별 종사자수, 급여액('97)
- 건설비
 - 도로: 새천년의 기반을 닦는 2000년도 주요 SOC 투자 예산, 건설교통부 보도자료, 1999.12
 - 4차선 고속도로 건설 평균비용 158억/km
 - 위 비용을 도로영업, 도로자가 수송실적으로 나누어 상대적인 비용 계산
 - 철도: '99년도 철도건설 평균단가, 철도청
 - 복선 일반부 건설 비용 185억/km
- 사고관련 비용
 - 도로: 연평균 자동차 사고관련 경과 보험료/연평균 총 수송실적
 - 철도: 연평균 철도사고관련 비용지출/연평균 총 수송실적
- 에너지 비용 : 연평균 에너지 원단위(산업자원부 통계)
- 공해 : 연평균 대기보전 관련투자(환경백서 1997)/ 수송실적
- 토지소요
 - 2000년 전국공시지가수준표에 의거 상업용, 주거용, 공업용, 농경지, 임야, 기타 토지의 중앙값 선정.
 - 토지구성비율은 행정자치부 민유지면적 비율에 의거(1998)

이와 같은 결과를 바탕으로 선형계획법(linear programming)을 사용하여 비용을 최소화하면서도 1997년의 도로 철도이용의 총 효용을 유지하는 최적 철도와 도로간 시장점유율을 추정하였다. 추정에 사용된 선형계획의 목적함수 및 제약조건은 다음과 같다.

- Minimize 사고건수×비용 + 에너지사용×비용 + 공해량×비용 + 토지소요×비용
 + 인력소요×비용 + 건설비용
- 제약조건 기존 도로 및 철도 이용의 총 효용 = 새로운 도로 철도 이용의 총 효용
 새로운 철도 수송실적 > 기존 실적
 새로운 도로 수송실적 < 기존 실적
 새로운 도로 영업용 실적 > 기존 실적

위와 같은 모형을 계산한 결과 다음과 같은 총비용을 최소화하면서 현재의 총 효용을 유지하는 최적 도로 철도의 시장점유율이 산출되었다.

도표 6. 최적 시장 점유율

단위: 백만인(톤)·km

구 분	1997	여객/화물시장 점유율	최적 실적치	최적 점유율	
철도 여객	17,922	7.90	137,594	40.88	
철도 화물	14,454	15.59	67,276	46.69	
도로 여객	자가	198,514	87.50	98,725	29.33
	영업	10,448	4.60	100,246	29.79
도로 화물	자가	70,430	75.97	20,604	14.30
	영업	7,826	8.44	56,204	39.01

1997년을 기준으로 할 때 여객시장에서 인·km 기준으로 철도의 점유율은 7.9%에 불과한 실정이나, 비용과 효용을 고려할 때 바람직한 철도의 여객시장점유율은 40.9%가 되어야 한다. 또한 화물시장에서 톤·km 기준으로 철도의 점유율은 15.6%에 불과하나 바람직한 최적의 점유율은 40.9%이다.

도로의 점유율은 1997년 여객시장에서 인·km 기준으로 92.1%이나, 비용과 효용을 고려할 때 바람직한 도로의 여객시장점유율은 59.1%가 되어야 한다. 또한 화물시장에서 톤·km 기준으로 도로의 점유율은 84.4%이나, 바람직한 최적의 점유율은 53.3%이다. 철도의 점유율을 높이기 위해서는 상대적으로 도로보다 철도투자를 확대하여야 함은 당연하다 하겠다.

2.4.3 철도투자의 확대

건설교통부가 국가기간교통망계획에서 2019년까지 교통량 증가에 대한 예측과 투자액을 제시한 것과 비교하여 적정 도로·철도 분담구조를 유지하기 위해 필요한 금액을 산출한 결과는 다음과 같다¹¹⁾.

11) 상세한 분석은 후편 연구에서 다루고자 한다.

도표 7. 적정 투자비

구분	2019년	투자비	적정분담구조	적정 투자비
철도여객	73,015	940,248	137,594	1,672,186
철도화물	54,704		67,276	
철도 합계	75,034		137,594	
도로여객	294,157	1,862,517	198,971	1,405,496
도로화물	111,026		76,808	
도로 합계	369,191		336,565	

주: 백만 인·km, 백만 톤·km 기준, 투자비 단위는 억원. 투자비 산출은 교통량 상대비교에 전체 시장의 크기를 반영하여 이루어짐.

건설교통부는 철도부문에 2019년까지 94조원을 투자하고, 도로부문에 186조원을 투자한다는 장기계획을 설정하였으나, 적정 분담구조를 고려할 때 오히려 철도부문에 167조, 도로부문에 141조를 투자하는 것이 바람직한 것이다.

3. 결론

EU 및 영국 등 주요 선진국에서는 교통수단이 초래하는 외부비용을 내재화 하는 노력이 구체적인 시행단계에 접어들고 있으나, 우리는 아직 교통수단이 초래하는 외부비용에 대한 신뢰할 만한 공식적인 추정치가 만들어지지 않고 있다. 아직도 도로교통이 초래하는 외부비용에 대해 눈을 감고 있는 실정이며 교통시장의 왜곡을 더욱 심화시키고 있다고 할 수 있다.

교통시장을 바로잡기 위해선 교통수단이 초래하는 외부비용에 대한 신뢰성 있는 추정치가 연구되어야 하며, 이를 반영하는 사용료, 운임 등이 설정되어야 한다. 그렇지 않으면 사회 전체적인 관점에서 최적의 교통수단간 시장 배분이 이루어지지 않기 때문이다.

또한 바람직한 교통수단간 시장 배분을 이루기 위해선 사회적 비용 최소화의 관점에서 바람직한 교통수단에 대한 투자를 지연하여서는 안될 것이다. 본 연구는 실험적인 시도이긴 하나 철도에 대한 투자를 지금보다 더욱 강화하여야만 외부비용을 고려한 최적의 교통수단간 시장 점유율이 형성될 수 있음을 보여주고 있다.

참고문헌

1. Newbery, D.M. (1995), "Reforming Road Taxation", The Automobile Association, Hampshire 1995.
2. Quinet(1994), The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalisation Policies, in ECMT/OECD(1995).
3. Transport and the Economy, 1999 report, The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment, Ch. 7.
4. EC, Towards Fair and Efficient Pricing in Transport, COM(95)691, Annex 7.
5. Fair prices for transport on the way, www.cta.co.uk/pr/gg/gg32/gg32_11.htm.