

철도구조개혁 성과분석 - 운영비용을 중심으로 -
Effect Analysis of Structural Reform of Korea Railroad
- Focusing on Comparison of Operating Cost -

성명준†
Sung, Myoung-Joon

서선덕*
Suh, Sunduck

ABSTRACT

The Korea railroad industry has experienced the operating deficit annually since 1980. And the ridership has been reduced since 1990. Therefore, a structural reform of the Korea railroad industry conducted at 2003. Basic principles of their structural reform are no differences among the Korea and advanced counties. But different outcomes depending on each country situation appears. These cost functions appear the existence of all economic of scale. And when increase the average transport distance annually, the average cost reduce annually. The results of structural reform by comparing before and after, the average cost was lower than previously. The Structural reform and the operation of the KTX, the two effects at the same time, the synergy effect has occurred. Because of the synergy effect, the performance is estimated to be larger. Due to the effective operation of structural reform that could reduce costs.

국문요약

1980년 이후부터 철도산업은 지속적인 경영적자를 기록하였고, 1990년대 이후부터는 수송량의 감소를 가져왔으며 그에 따라 철도 구조개혁을 실시하였다. 철도구조개혁을 실시한 선진국의 경우 철도시설과 운영을 분리한 원칙에서는 우리나라의 경우와 크게 차이가 없지만 각 국가마다 처한 상황에 따라 그 성과가 다양한 결과를 나타내고 있다. 2004년 구조개혁 이후 변화된 정책에 따라 기존에 비하여 어느 정도 성과가 이루어졌는지에 대해서는 연구가 이루어 지지 않았다. 본 연구에서는 비용함수를 통하여 구조개혁 전후의 비용구조를 알아보고 구조개혁의 성과를 트랜스로그 함수를 사용하여 분석하였다. 비용함수를 통한 분석결과 우리나라 철도에는 규모의 경제가 존재하며 평균수송거리 증가에 따라서도 평균비용이 감소하는 효과를 나타내고 있으며 구조개혁 이전과 이후의 모형을 비교한 결과 구조개혁 이후 평균비용이 더 적은 것으로 나타났다. 구조개혁 이후 비용구조가 더 나아졌음을 알 수 있었다. 구조개혁과 거의 동시에 KTX의 투입이 발생하면서 두가지 효과가 시너지 효과를 가져와서 구조개혁의 성과를 더 크게 가져온 것으로 추정이 되며 구조개혁 이후에 효율적인 운영으로 인하여 비용이 절감된 것을 알 수 있었다.

† 비회원, 한국철도기술연구원, 철도교통물류연구실
E-mail : myjoon@krri.re.kr

TEL : (031)460-5846 FAX : (031)460-5021

* 정회원, 한양대학교, 교통시스템공학과, 정교수

E-mail : sunduck@hanyang.ac.kr

TEL : (031)400-5156 FAX : (031)406-6290

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

1980년 이후부터 철도산업은 지속적인 경영적자를 기록하였고, 1990년대 이후부터는 수송량의 감소를 가져왔으며 그에 따라 철도 구조개혁을 실시하였다. 우리나라는 선진국에 비해 구조개혁을 늦게 시작하였다. 철도구조개혁을 실시한 선진국의 경우 철도시설과 운영을 분리한 원칙에서는 우리나라의 경우와 크게 차이가 없지만 각 국가마다 처한 상황에 따라 그 성과가 다양한 결과를 나타내고 있다.

철도산업의 비용구조를 파악하는 것은 시설투자비의 규모에 못지않게 철도산업의 투자결정을 위해서 중요한 사항이다. 철도기반시설의 수명을 30년으로 보았을 때 운영비용은 전체 비용의 70~80%를 차지하고 있기 때문이다.

기존 연구에서 지역간 철도와 도시철도 모두 운영비용함수를 통하여 산업의 비용구조를 파악하여 경영개선 정책 및 기타 정책에 도움을 주기 위하여 많은 연구가 되어왔다. 하지만 2004년 구조개혁 이후 변화된 정책에 따라 기존에 비하여 어느 정도 성과가 이루어졌는지에 대해서는 연구가 이루어 지지 않았다. 본 연구에서는 비용함수를 통하여 구조개혁 전후의 성과를 분석하여 알아 보고자 하였다.

먼저 연구에서는 철도구조개혁의 경험이 있는 선진국의 철도구조개혁의 성과를 알아보고 우리나라의 철도 구조개혁 이전과 이후 철도 비용함수를 추정하여 구조개혁 전후와 KTX 투입으로 인한 효과를 비용함수를 통하여 알아보고 전후 비교를 해보고 그 효과가 얼마나 되는지를 분석해보고자 한다.

기존의 연구들은 비용함수를 추정하여 운영비용의 구조 및 특성을 분석하여 개선방향을 설정하는 방법으로 연구가 이루어져 왔으나 본 연구에서는 비용체계가 바뀌는 구조개혁을 시점으로 이후의 성과 정도를 파악하고자 한다.

1.2 연구의 범위

연구의 대상은 철도공사에서 영업하고 있는 지역간 여객철도 및 화물 운송을 전체를 대상으로 하였다. 2000년부터 2003년을 철도구조개혁 이전 기간으로 하고 2004년부터 2007년을 철도구조개혁 이후의 기간으로 설정하여 각각의 운영비용 모형을 산출하였다. 하지만 2004년을 기준으로 기존 철도청에서 한국철도공사와 철도시설공단으로 분리가 되는 구조개혁이 실시되었다. 연구의 자료는 매해 발간되는 한국철도공사와 한국철도시설공단의 경영성적보고서에서 자료를 수집하였다. 그리고 추가적으로 필요한 운영자료는 매년 발간되는 철도통계연보에서 자료를 추가적으로 수집하였다.

1.3 연구의 방법 및 절차

철도운영비용모형에서는 어떤 형태의 비용함수가 철도의 운영비용을 가장 잘 설명할 것인가 하는 비용함수의 형태에 대한 선택을 우선적으로 고려하여야 한다. 비용함수의 선택에는 특정한 기준이 존재하지 않으므로 일반적으로 비용함수형태에 관한 사전적인 정보에 크게 의존하고 있다.

철도의 운영비용함수의 분석 방법은 다양하게 정의가 가능하지만 회계적 방법(Accounting Method), 통계적 방법(Statistical Method), 공학적 방법(Engineering Method)로 크게 3가지로 나눌 수 있다. 이 중에서 지역간 철도의 분석에 가장 널리 쓰이는 통계적 방법에서 트랜스로그함수를 사용하여 분석을 하였다.

먼저 운영비용 모형 추정에 필요한 자료를 경영성적보고서와 철도통계연보를 통하여 필요한 비용항목을 분석기간(2000년~2007년)에 따라 자료를 구축하고 구조개혁이 일어난 2004년을 기준으로 이전 모형과 이후 모형을 만들고 전체의 모형까지 총 3개의 모형을 바탕으로 구조개혁 이후 성과를 평가하고자 한다.

트랜스로그 비용함수에 생산투입요소의 비용점유율식을 같이 포함하여 SURE(Seemingly Unrelated Regression 식)방식의 연립방정식 체계를 이용하였다. 그리고 추정 방법은 시계열 자료와 횡단면 자료가 결합(pooling)된 형태이므로 각 오차항은 고전적 회귀모형의 기본가정 중에서 계열상관 문제를 갖을 수 있기 때문에 일반화최소자승법(GLS)을 사용하였다.

철도운영비용모형을 추정하고, 운영비용의 구조 및 특성을 분석하기 위하여 우리나라의 철도구조개혁의 현황과 해외의 구조개혁 현황을 알아보고 비용함수의 구조 및 분석방법에 대하여 논의를 하며 우리나라 철도의 운영비용모형의 추정에 이용될 자료를 알아보고 그 다음에는 모형의 추정결과와 비용구조 및 특성을 분석하여 우리나라 철도구조개혁의 성과분석을 전후 분석을 실시하였다

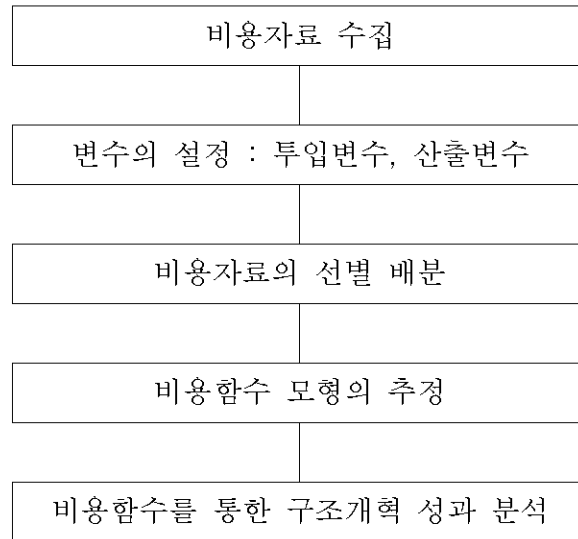


그림 1 연구절차

2. 이론적 배경 및 기존연구 검토

2.1 우리나라의 철도구조개혁 현황

우리나라 철도산업의 구조적 문제를 해결하고, 철도산업의 발전을 위하여 철도시설과 운영을 분리하는 구조개혁이 2004년에 시행되었다. 이에 따라 철도구조개혁 관련 법률(철도산업발전기본법, 한국철도시설공단법, 한국철도공사법)이 제정되었고 2004년 철도시설을 건설 및 관리하는 한국철도시설공단이 설립되었으며 2005년 철도운업을 전담하는 한국철도공사(코레일)가 설립되었다.

철도구조개혁의 세부적인 내용을 보면, 철도 여객 및 화물운송은 운영기관인 한국철도공사가 담당하고, 철도 차량의 정비 및 임대도 한국철도공사가 담당하며, 철도건설과 철도시설관리는 한국철도시설공단이 담당하되, 철도시설의 유지보수 및 개량업무는 운영기관인 한국철도공사에 위탁업무로 시행되고 있다.

역세권 개발과 관련해서는 시설자산을 활용하거나 신설역의 역세권을 개발하는 경우는 한국철도시설공단이 담당하고, 기존역의 역세권 개발은 운영기관인 한국철도공사가 담당하되 시설자산을 활용하여 역세권을 개발하는 경우는 사용수익 허가 후 수행토록 하고 있다.

그러나 한국철도공사에 의해 독점적으로 운영되는 우리나라의 철도산업은 경영효율성 제고가 쉽지 않은 것이 사실이며, 유럽의 철도구조개혁 사례에서도 이러한 현상을 살펴 볼 수 있는데, 독점적 권한이 상대적으로 높은 프랑스가 독일이나 스위스에 비해 생산성 개선효과가 상대적으로 낮게 나타남을 알 수 있다.

2.2 해외의 철도구조개혁

2.2.1 프랑스의 철도구조개혁

1997년 시작된 프랑스 철도구조개혁은 RFF(Reseau Ferre de France) 창립과 함께 시작되었으며 이후 RFF는 프랑스 철도시설의 관리자였으나 시설의 유지보수는 SNCF에게 위탁하여 관리하여 왔다.

프랑스는 영국과 달리 하나의 철도운영회사와 시설유지보수의 위탁관리를 통해 안정적인 변혁을 꾀했으나 일부 분야에서 경쟁의 효과가 나타나기도 하였으며 이와 함께 프랑스 철도구조개혁은 철도시설의

관리수준도 안전성을 유지하였고 사고처리 등에도 큰 어려움이 없이 진행되었다. 물론 RFF와 SNCF 사이에 시간지연, 건설주체 등을 두고 긴장상태와 불협화음이 없었던 것은 아니지만 눈에 띄일만한 분쟁 또는 손해배상 소송 등은 없었다.

최근에는 RFF가 선로배분을 담당하게 되었고 시설유지보수의 책임도 일부 직접 담당하고 있으며 새로운 철도운영회사의 진입이 원칙적으로 허용하여 새로운 경쟁여건이 조성되고 있다. 특히 프랑스 정부가 2010년 이후 신규로 철도화물 운송을 개방하고 일부 지역에 철도운영회사 인가를 허용하겠다고 발표한 이후 SNCF 경영전략의 변화 예견하였다.

2.2.2 독일의 철도구조개혁

1994년 철도구조개혁의 목적은 국가 소유 DB(Deutsche Bundesbahn) 및 GDR(Deutsche Reichsbahn)을 결합한 기업화였다. 목적은 철도부분 재정부담 감소, 철도의 교통수단 분담률 감소 예방, 유럽연합 철도시설 이용권 제3자 보장 규정 준수에 있었다. 교통수단간 공정경쟁과 유류세 등에 부과되는 세율 조정을 통한 공정경쟁 유도하였다. 철도내 경쟁환경 조성으로 화물부분 경쟁업체 진출 허가 및 여객분야 지자체 운영철도 허가하였다. 철도운영사업을 희망하는 경우 EBA의 인가가 필요하고 인가를 받기 위해서는 기술력 및 안전관리 능력을 입증하여야 한다.

비차별적 선로이용 원칙이며 선로배분 및 선로사용료 결정권은 모두 DB Netz AG에 귀속되어 있다. 선로사용료 체계는 열차키로당 단위선로사용료 적용이 원칙이며 전체 이용거리가 많은 경우(빈도) 할인 혜택도 존재한다. 2005년 이후 특별통행에 대해 할증도 부과하고 있다. EBA에서는 비차별적 선로이용 조건 원칙 감시하며 운영자와 시설관리자간 합의가 되지 않는 경우 조정하는 역할을 한다.

2.2.3 일본의 철도구조개혁

일본 철도구조개혁의 목적은 쾌적하고 높은 수준의 국가철도망 확충, 변화하는 사회적 수요에 부합하는 철도서비스의 공급, 철도의 효율적 발전에 있다.

6개 철도운영회사(JR Companies)가 1987년 민영화에 따라 6개 지역철도로 분리되었으며 일본 주요 도시에 15개 도시철도운영회사가 영업 중에 있다. 10개 지하철 운영회사 중 9개는 도시에서 운영, 1개는 최근 민영화하여 운영하는 열차시스템을 갖고 있다. 철도화물회사(JFR)는 유일한 철도화물회사로 철도 민영화 과정에서 함께 민영화되었으며 6개 철도운영회사 소유의 선로를 이용하여 영업 중이다. 규제청은 일본 국토교통성의 직접 규제를 받고 있다.

2.3 기존연구 검토

서선덕, 이재훈(1994)은 우리나라에 철도운영비용에 관한 연구가 이루어지지 않아서 효과적인 운영비용의 산출하기 위하여 연구를 실시하였다. 1989년~1993년까지의 지역간 열차 20개선 5개년 자료를 토대로 지역간 열차의 여객, 화물의 운영비용함수를 트랜스로그 함수를 적용하여 정립하였다. 그리고 모형을 실제자료에 적용한 결과는 우리나라의 철도에 규모의 경제가 존재하고 있으며, 수송수요와 평균수송거리 및 영업규모를 확대하면 운영비용이 절감되어 경영효율성제고에 기여할 수 있을 것으로 보았다.

배양선(1998)은 1977년부터 1996년까지 20개년도의 철도운영비용 자료를 이용하여 트랜스로그함수의 비용함수를 추정하여 철도산업의 규모와 범위의 경제성이 있는가를 검토하였다. 그리고 함수형태의 가설 검정결과 한국 철도운송업은 지역간 화물수송에는 동조성을 가진 즉 지역간 화물수송을 제외한 다른 산출물의 규모에 따라 요소가격이 변하고, 수확정도도 다른 생산구조를 갖고 있음을 밝혔다.

정용우(2002)는 경영 개선 5개년 계획이 시작된 연도인 1997년을 기준으로 1993~1996년을 실행 이전으로 1997년~2000년을 실행 이후로 정의하고 투입 요소 비용 항목으로 인건비, 동력비, 자본비로 하여 여객과 화물의 수출실적(인-km, 톤-km)과 수송밀도를 산출물로 규정하여 분석을 하였다. 그 결과 기존의 연구와 일치한 철도에 대한 규모의 경제가 있음을 알 수 있었다. 이는 수송 수요나 영업 규모를 확대하면 운영비용이 감소하여 경영의 효율성이 좋아질 수 있음 나타내었다.

2.4 비용함수의 형태

2.4.1 비용함수의 종류

도표 1은 철도 운영비용의 추정에 사용되는 함수들을 정리한 것이다. 철도운영비용과 관련한 연구에서는 다양한 형태의 함수가 사용되고 있으며 주로 비선형함수형태가 많이 사용되고 있다. 단순한 모형의 콥-더글라스 함수도 사용되고 있으며 함수의 유연성과 일반성을 고려하여 트랜스로그 함수도 많이 사용되고 있다. 트랜스로그함수는 임이의 함수를 2차까지 전개한 테일러급수로 이해될 수 있으므로 모든 형태의 함수를 다 대변할 수 있다.

특히 기존에 비용함수의 추정에 많이 사용된 콥-다글라스(Cobb-Douglas)함수, 균일대체성(Constant Elasticity of Substitution)함수 등 제한적인 함수도 모두 트랜스로그함수의 특수한 형태로 나타나고 있으므로 트랜스로그함수는 가장 일반적인 함수형태라 할 수 있다.

도표 1. 철도 운영비용 추정 모형의 종류

구 분	선형동차 제약조건
Cobb-Douglas $\ln C = a_0 + \sum a_i \ln x_i$	$a_1 + \dots + a_n = 0$
Constant Elasticity of Substitution Function $C = a_0 + \sum a_i x_i$	$a_0 = 0$
Generalized Leontief $C = a_0 + \sum a_i x_i^5 + \sum \sum a_{ij} x_i^5 x_j^5$	$a_0 = 0$
Translog $\ln C = a_0 + \sum a_i \ln x_i + \sum \sum a_{ij} \ln x_i \ln x_j$	$a_1 + \dots + a_n = 1$ $a_{ij} = 0$
Generalized Cobb-Douglas $\ln C = a_0 + \sum \sum a_{ij} \ln(x_i + x_j)/2$	$\sum \sum a_{ij} = 1$
Quadratic $C = a_0 + \sum a_i x_i + \sum \sum a_{ij} x_i x_j$	
Generalized Concave $C = \sum \sum x_i f(x_i/x_j) a_{ij}$	f 는 concave한 함수로 알려짐

여기서 C 는 총비용, x_i 는 i 의 생산투입요소량

2.4.2 트랜스로그 함수의 형태

기업의 운영비용을 구성하는 K 개의 생산투입요소와 N 개의 생산물이 있다면, 비용함수는 일반적으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$C = C(q, p)$$

(1)

여기서, C : 총비용

p : 생산투입요소 가격 벡터 $p = (p_1, p_2, \dots, p_k)$

q : 산출물 벡터 $q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$

이 비용함수를 트랜스로그 함수 형태로 표현하면 식(2)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_{i=0}^N \alpha_i \ln p_i + \sum_{i=0}^K \beta_i \ln p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \delta_{ij} \ln q_i \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^K \gamma_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K \rho_{ij} \ln q_i \ln p_j$$

(2)

트랜스로그 함수가 비용함수이기 위해서는 식(2)과 같은 계수간의 대칭성조건, 식(3)와 같은 생산투입요소들이 일차동차성조건을 충족하여야 한다. 이 제약조건에 따라 각 생산투입요소가 일정한 비윤만큼 증가하면 운영비용을 동일한 비윤로 증가하게 되는 것이다.

$$\gamma_{ij} = \gamma_{ji}, \delta_{ij} = \delta_{ji}$$

$$\sum_i^K \beta_i = 1, \sum_j^K \gamma_{ij} = 0 (i = 1, \dots, K), \sum_j^K \rho_{ij} = 0 (i = 1, \dots, N) \quad (3)$$

트랜스로그함수의 추정에서는 추정의 효율성을 높이기 위해 일반적으로 생산투입요소의 비용점유율식(Cost Share Function)을 포함하고 있다. 비용함수의 투입요소가격에 대한 일차도함수가 투입요소의 수요량과 같다는 셰파드(Shephard, 1970)의 정리를 이용하면 생산투입요소의 비용점유율식은 식(4)과 같이 유도된다.

$$S_i = \beta_i + \sum_j^K \gamma_{ij} \ln p_j + \sum_j^N \rho_{ij} \ln q_j$$

(4)

여기서, S_i : 생산투입요소 i 의 비용점유율

2.4.3 변수 설정

투입변수는 노동, 동력, 자본으로 정의하였다. 총 영업비용을 총인건비, 총동력비, 총자본비용으로 구분하고, 총인건비는 영업비용중 인건비, 복리후생비, 보상금을 합한 금액으로 정의하였으며, 총동력비는 동력비용을 그대로 사용하였고 나머지를 총자본비를 정의하였다. 각 비용을 인건비는 수송실적에 따라 선별로 배분을 하였으며 동력은 '영업km당 열차주행횟수 X 영업키로'에 따라 배분하였으며 이 비용들의 합계가 선별운영비용과 일치하도록 조정하여 선별 인건비, 동력비, 자본비를 구하였다. 투입변수를 설명하는 요소가격으로 노동비용요소는 산출물당 인건비, 동력비용요소는 산출물당 동력비, 그리고 자본비용요소는 산출물당 자본비로 정의하였다.

철도의 생산물을 나타내는 산출변수는 수송수요(수송인, 수송톤)와 단위 영업키로당 수송밀도(수송인-km/km, 수송톤-km/km)로 정의하였다. 이와 함께 여객과 화물의 평균수송거리와 영업키로를 사용하였으며 더미 변수로는 단위수송밀도당 비용이 큰 노선에 대하여 적용을 하였다.

2.4.4 운영비용함수 형태

위에서 서술한 철도의 투입과 산출변수를 트랜스로그함수에 적용하면 본 연구에서 추정할 철도운영비용모형은 식(5)와 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
\ln C_i = & \alpha_N N + \alpha_M M + \alpha_R R + \alpha_Y \ln Y + \alpha_D \ln D \\
& + \beta_L \ln p_L + \beta_K \ln p_K + \beta_F \ln p_F + 1/2 \delta_{YY} (\ln Y)^2 \\
& + 1/2 \delta_{YD} \ln Y \ln D + 1/2 \delta_{DD} (\ln D)^2 + 1/2 \gamma_{LL} (\ln p_L)^2 \\
& + 1/2 \gamma_{LK} \ln p_L \ln p_K + 1/2 \gamma_{LF} \ln p_L \ln p_F + 1/2 \gamma_{KK} (\ln p_K)^2 \\
& + 1/2 \gamma_{KF} \ln p_K \ln p_F + 1/2 \gamma_{FF} (\ln p_F)^2 + \rho_{LY} \ln p_L \ln Y \\
& + \rho_{LD} \ln p_L \ln D + \rho_{KY} \ln p_K \ln Y + \rho_{KD} \ln p_K \ln D \\
& + \rho_{FY} \ln p_F \ln Y + \rho_{FD} \ln p_F \ln D
\end{aligned}$$

(5)

위의 식에서 C_i 는 선별 총비용을, p_L, p_F, p_K 는 각각 생산투입요소인 노동투입지수, 동력투입지수, 자본투입지수를 나타내며, Y, D 는 산출로 각각 수송실적과 수송밀도를 나타낸다. N 은 평균수송거리들, R 은 영업키로들, M 은 더미(Dummy)변수들 나타낸다.

생산투입요소가격에 대한 일차동차성을 충족하기 위한 제약조건은 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned}
\beta_L + \beta_K + \beta_F &= 1 \\
\gamma_{LL} + \gamma_{LK} + \gamma_{LF} &= 0 \\
\gamma_{KK} + \gamma_{LK} + \gamma_{KF} &= 0 \quad . \\
\gamma_{FF} + \gamma_{LF} + \gamma_{KF} &= 0 \\
\rho_{LY} + \rho_{KY} + \rho_{FY} &= 0 \\
\rho_{LD} + \rho_{KD} + \rho_{FD} &= 0
\end{aligned}$$

(6)

생산투입요소의 비용점유율은 셰파드(Shephard, 1970)의 정리들 이용하여 비용함수들 요소가격에 의해 편미분하면 식 (7)와 같이 유도된다. 식(7)에서 S_L, S_F, S_K 는 각각 생산투입요소인 노동, 동력, 자본의 비용점유율을 나타내고 있다.

$$\begin{aligned}
S_L &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_L} = \beta_L + \gamma_{LL} \ln p_L + \gamma_{LF} \ln p_F + \gamma_{LK} \ln p_K + \rho_{LY} \ln Y + \rho_{LD} \ln D \\
S_K &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_K} = \beta_K + \gamma_{KK} \ln p_K + \gamma_{LK} \ln p_L + \gamma_{KF} \ln p_F + \rho_{KY} \ln Y + \rho_{KD} \ln D \\
S_F &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln p_F} = \beta_F + \gamma_{FF} \ln p_F + \gamma_{LF} \ln p_L + \gamma_{KF} \ln p_K + \rho_{FY} \ln Y + \rho_{FD} \ln D
\end{aligned}$$

(7)

2.5 비용구조 및 특성분석 방법

2.5.1 규모의 경제

규모의 경제는 식(8)과 같이 총비용의 산출에 대한 탄력성의 합을 1에서 차감한 값으로 판단할 수 있다. 식(8)에서 구한 값이 정이면, 규모의 경제가 존재하는 것으로 수송수요가 증가하는 경우 평균비용이 체감하고, 반면에 부이면 규모의 경제가 존재하지 않아 수송수요가 증가하여도 평균비용은 체증하는 것을 나타낸다.

$$ED=1-\left(\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y}+\frac{\partial \ln C}{\partial \ln D}\right) \quad (8)$$

2.5.2 영업규모효과

영업규모효과는 영업규모(영업키로)와 평균비용간의 관계를 설명하기 위한 것으로 식(9)와 같이 수송 밀도를 상수로 놓고 총비용의 산출에 대한 탄력성을 1에서 차감한 값으로 판단한다. 이 영업규모효과는 영업규모를 확대하는냐에 대한 판단기준을 제공해 준다. 식(9)에서 구한 값이 정이면, 영업규모효과가 존재하는 정의되어 영업규모가 증가하는 경우 평균비용이 체감하고, 반면에 부이면 영업규모가 존재하지 않아 영업규모가 증가할 때 평균비용은 체증하는 것을 의미한다.

$$RS=1-\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \quad (9)$$

2.5.3 평균수송거리효과

평균수송거리효과는 비용함수의 평균수송거리에 대한 일차도함수로 부터 구할 수 있다. 그러나 운영비용모형에 평균수송거리가 포함되어 있으므로, 평균수송거리효과는 운영비용모형에 있는 평균수송거리의 추정계수 a_k 을 이용하여 추정할 수 있다.

2.5.4 최소효율수송밀도분석(Minimum Efficient Traffic Density)

최소효율수송밀도는 규모의 경계가 존재하지 않게 되는 즉, 총비용의 산출에 대한 탄력성이 1이 되는 수준으로 정의된다. 따라서 최소효율수송밀도는 식(5)를 0으로 놓고 추정할 수 있다. 최소효율수송밀도와 실제의 수송밀도를 비교하면, 현재의 수송실적이 효율적인 수준인지 또는 아닌지를 판단할 수 있다.

3. 비용함수의 추정 및 검정

3.1 비용함수 적용가정

본 논문에서는 철도운영비용모형을 제안하면서 외국의 관련연구에서 나타나고 있는 바와 같이 하부시설, 운영비용을 분석하는 시간적 범위 등에 대하여 현실적인 가정을 하였다.

하부시설에 대한 투자는 고정요소로 가정하였으며 하부시설과의 관계를 운영비용모형에 반영하는 것은 철도의 기술적 조건을 포함시킨다는 점에서는 바람직하지만 실제적인 면에서 어려움이 있기 때문이다. 운영비용을 분석하는 시간적 범위는 단기로 한정하였으며 이 가정은 일반적으로 철도운영이 장기적으로 운영하기 보다는 고정적인 생산요소들 가지고 일정한 계획기간동안에 최적생산을 유지하는 경우가 일반적이므로 단기의 운영비용분석이 적절하기 때문이며 장기비용함수는 단기비용함수로부터 유도될 수 있다는 점에서 이 가정은 적용될 수 있다.

철도의 운행과 관련하여 발생하는 총비용을 구성하는 생산투입요소는 기능별로 분류가 가능하다고 가정하였으며 이 가정은 철도운영비용모형에 관한 외국의 기존연구에서 많이 제시되고 있을 뿐 아니라 실제 철도청의 수송원가산출방법에서도 확인되고 있으므로 적용하였다.

3.2 자료의 수집 및 특징

모형을 추정하기 위한 자료는 운영비용에 관한 일관성이 있는 시계열자료들 포함하고 있는 2000년부터 2007년까지 철도공사의 경영성적보고서와 2004년부터 2007까지 철도시설공단의 경영실적보고서들이 이용하였으며 현재 철도공사의 경영성적보고서는 철도운영비용을 인건비, 동력비, 보수비, 감가상각비, 지급이자, 기타경비, 선로사용료(2004년부터 적용)등 7개 항목을 기준으로 분류하였다.

2000년에서 2007년 동안의 선별 생산투입요소들 2000년을 기준으로 지수화(2000년=1.00)하여 각각의

생산투입요소별 지수를 산출하였다.

표 2 운영비용모형 추정 자료 (2000년~2007년)

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
총비용 (천만원)	1,513,829	1,608,284	1,692,688	1,829,958	2,366,880	2,304,493	2,342,606	2,468,084
평균비용 (원/인-km)	54.5	55.1	58.8	64.5	83.1	74.3	74.5	78.6
노동비용 변화추세	1.00	1.12	1.22	1.29	1.46	1.64	1.86	1.95
동력비용 변화추세	1.00	1.05	1.18	1.31	1.47	1.75	1.78	1.67
자본비용 변화추세	1.00	1.03	1.04	1.13	1.65	1.40	1.31	1.43
수송수요 (백만인-km)	27,787	29,172	28,743	28,375	28,460	31,004	31,415	31,826
수송밀도 (천인-km)	9176	9626	9485	9332	7739	8325	8442	8559
영업キロ (km)	3028	3030	3030	3040	3678	3724	3722	3720
평균수송거리 (km)	26.2	24.2	22.2	20.9	23.0	24.3	24.0	24.0

2000년에서 2007년 동안의 총비용은 63% 증가하였으며 평균비용도 인-km당 24원이 증가하였다. 그리고 노동비용의 변화추세가 가장 크게 변화하였으며 자본비의 경우 2004년에 크게 증가한 이유는 KTX 투입으로 인한 초기투입비용으로 인하여 높게 잡힌 것으로 보인다. 동력비의 경우 2005년에 급격히 증가하였으며 이는 구조개혁과 KTX 투입으로 인한 열차운행횟수 증가에 따른 것으로 분석이 되었다.

수송수요와 수송밀도는 2004년까지 감소추세에서 구조개혁 시점을 전후로 하여 증가하고 있는 추세이며 영업キロ도 2003년까지 약간의 증가를 보이다가 KTX의 투입시기인 2004년에 급격히 증가함을 알 수 있다.

영업キロ의 경우 KTX 투입에 따른 고속선 신설에 따라 2004년에 638km의 증가함을 알 수 있었다. 평균수송거리의 경우는 2000년에서 계속 감소추세 였으나 KTX개통 후에도 증가하지 않는 것으로 나타났으며 이는 광역열차의 증가로 인한 1인당 평균수송거리가 감소하였음을 알 수 있었다.

3.3 비용함수 추정 결과

도표 3은 2000년~2003년, 2004년~2007년, 2000년~2007년의 운영비용 함수를 추정한 결과이다. 여객 모형의 계수치는 대부분 유의성이 양호한 것으로 나타났으며 일부 양호하지 않은 변수는 트랜스로그함수가 정의된 형태이므로 그대로 사용하였다. 추정결과를 보면 평균수송거리가 증가할수록 비용은 감소함을 알 수 있으며 모든 모형에서 수송실적이 증가하고 수송밀도가 감소하면 비용이 증가함을 나타냈다.

표 3 운영비용모형의 추정결과

계수	2000-2003 모형 1		2004-2007 모형 2		2000-2007 모형 3	
	추정치	t-value	추정치	t-value	추정치	t-value
α_0	3.966014	3.35	2.300596	4.08	2.569397	5.34
α_R	0.001013	0.66	0.000619	0.76	0.002199	3.5
α_N	-0.00546	-4.97	-0.00547	-5.44	-0.0047	-6.21
α_M	0.366412	3.78	0.507945	7.22	0.398313	6.47
α_Y	0.622475	1.08	1.294099	4.98	1.339262	6.14
α_D	-0.38818	-0.69	-0.95296	-3.22	-1.09443	-4.73
β_L	-0.34716	-0.23	0.464258	0.55	0.302201	0.34
β_K	1.592952	1.11	0.503154	0.78	0.561084	0.8
β_F	-0.24579	-0.3	0.032588	0.07	0.136715	0.33
δ_{YY}	0.043973	0.27	-0.0634	-0.84	-0.136	-2.14
δ_{YD}	-0.10013	-0.31	0.06102	0.37	0.244864	1.8
δ_{DD}	0.09965	0.59	0.043106	0.47	-0.06333	-0.83
δ_{LL}	-0.15906	-0.05	-0.02393	-0.09	-0.00122	0
δ_{LK}	0.53427	0.23	0.181895	0.68	0.183814	0.62
δ_{LF}	-0.37521	-0.22	-0.15797	-0.57	-0.1826	-0.61
δ_{KK}	0.11554	0.06	-0.0064	-0.03	-0.03963	-0.15
δ_{KF}	-0.64981	-0.24	-0.17549	-0.65	-0.14419	-0.48
δ_{FF}	1.025018	0.54	0.333461	1.06	0.326786	0.96
δ_{LY}	0.007639	0.03	-0.13314	-0.89	-0.07379	-0.46
δ_{LD}	0.057396	0.21	0.180741	1.18	0.107652	0.65
δ_{KY}	-0.3537	-1.43	-0.01253	-0.13	-0.07275	-0.69
δ_{KD}	0.411499	1.42	0.034125	0.34	0.112802	1.07
δ_{FY}	0.346062	1.73	0.145678	1.34	0.146544	1.49
δ_{FD}	-0.46889	-2.05	-0.21487	-1.73	-0.22045	-2.04

각 변수에 대한 통계값은 대체적으로 높게 나왔으며 모형1과 모형2는 구조개혁 전후를 나타내는 비용함수로서 형태가 다르게 나타나는 것을 알 수 있으며 모형의 기준시 KTX투입시기인 2004년의 초기 효과가 크지 않아서 구조개혁 전후 모형에 모두 적용을 하여 모형을 추정하였다.

도표 4 트랜스로그함수의 R2와 D-W 통계량

	R2	D-W 통계량
모형 1(2000-2003)	0.98099	1.960994
모형 2(2004-2007)	0.99365	2.142926
모형 3(2000-2007)	0.98659	2.000319

각 모형의 통계량을 보면 R2의 값은 0.98099, 0.99365, 0.98659로 높은 통계값을 갖았으며 Durbin-Watson 통계량의 경우 1.960994, 2.142926, 2.000319의 값으로 2에 가까운 값을 갖기 때문에 통계적으로 유의하다고 할 수 있다.

3.4 비용함수의 형태

각 선별 추정변수의 평균값과 실적자료들을 여객운영비용모형에 적용한 비용함수의 형태는 경제이론에 나타나는 비용함수와 동일한 형태를 보이며 평균비용은 수송수요가 증가함에 따라 평균비용이 감소

1) Durbin-Watson통계량은 시계열 모형에서 오차항간 자기상관 (Auto-Correlation)여부를 검정하는 통계량이다. 1.8~2.2이면 오차항간 자기상관이 없어 그 모형이 적합하다고 판정한다.

하고 일정 수송수요수준 이후에는 평균비용이 증가하는 U 형태를 취함을 알 수 있다.

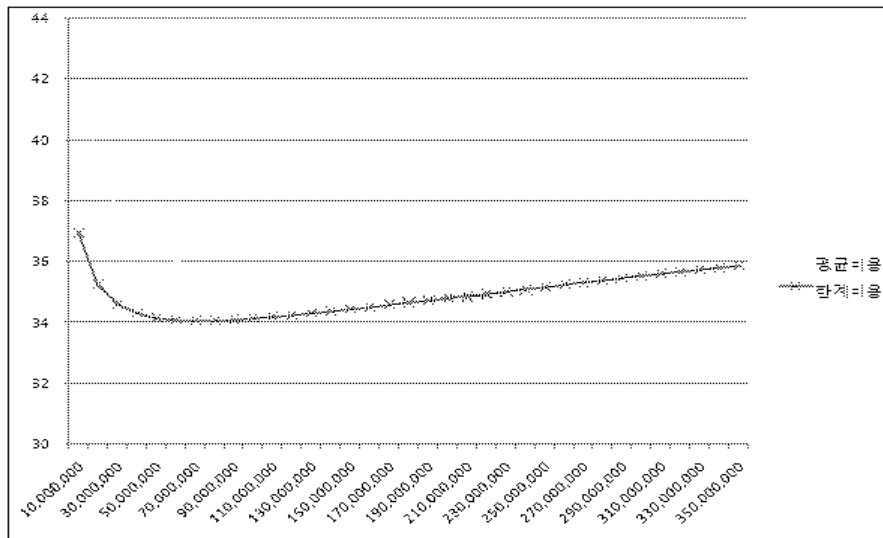


그림 2 운영비용 함수의 형태

표 5 여객운영비용모형의 비용함수형태 분석자료

수송실적 (인km)	총운영비용 (백만원)	평균비용 (원/인-km)	한계비용 (원/인-km)	산출탄력성
10,000,000	426,289	42.63	36.95	0.8669
20,000,000	785,681	39.28	35.25	0.8974
30,000,000	1,134,571	37.82	34.61	0.9152
40,000,000	1,478,984	36.97	34.31	0.9278
50,000,000	1,821,189	36.42	34.15	0.9376
60,000,000	2,162,302	36.04	34.08	0.9457
70,000,000	2,502,950	35.76	34.06	0.9524
80,000,000	2,843,520	35.54	34.06	0.9583
90,000,000	3,184,262	35.38	34.09	0.9635
100,000,000	3,525,346	35.25	34.13	0.9681
110,000,000	3,866,889	35.15	34.18	0.9723
120,000,000	4,208,975	35.07	34.24	0.9761
130,000,000	4,551,665	35.01	34.30	0.9797
140,000,000	4,895,001	34.96	34.37	0.9829
150,000,000	5,239,015	34.93	34.44	0.9860
160,000,000	5,583,730	34.90	34.51	0.9888
170,000,000	5,929,162	34.88	34.58	0.9915
180,000,000	6,275,323	34.86	34.65	0.9940
190,000,000	6,622,218	34.85	34.73	0.9963
200,000,000	6,969,853	34.85	34.80	0.9986
210,000,000	7,318,230	34.85	34.87	1.0007
220,000,000	7,667,350	34.85	34.95	1.0028
230,000,000	8,017,210	34.86	35.02	1.0047
240,000,000	8,367,808	34.87	35.10	1.0066
250,000,000	8,719,142	34.88	35.17	1.0084
260,000,000	9,071,208	34.89	35.24	1.0101
270,000,000	9,424,002	34.90	35.32	1.0118
280,000,000	9,777,518	34.92	35.39	1.0134
290,000,000	10,131,752	34.94	35.46	1.0149
300,000,000	10,486,699	34.96	35.53	1.0164
310,000,000	10,842,352	34.98	35.60	1.0179
320,000,000	11,198,707	35.00	35.67	1.0193
330,000,000	11,555,757	35.02	35.74	1.0206
340,000,000	11,913,498	35.04	35.81	1.0219
350,000,000	12,271,923	35.06	35.88	1.0232

4. 비용합수를 통한 구조개혁의 성과 분석

4.1 비용 구조의 변화

구조개혁 이전의 비율을 보게 되면 인건비 비율은 35.3%이고, 자본비 비율은 52.9%이고, 동력비 비율은 11.8%였다. 구조개혁 이후의 비율은 인건비 비율은 28.2%였고 자본비 비율은 62.2%, 그리고 동력비 비율은 9.6%로 나왔다. 2004년 인건비와 동력비의 비율이 줄어들고 자본비 비율이 늘어난 이유는 KTX 투입으로 인하여 초기투입비용의 증가로 인한 것으로 보이며 그 이후에는 조금씩 감소하였다.

도표 6. 년도별 투입요소의 비율

구 분	인건비	동력비	자본비
2000	33.5%	11.4%	55.1%
2001	35.3%	11.3%	53.4%
2002	36.7%	12.1%	51.2%
2003	35.9%	12.4%	51.7%
2004	23.2%	8.3%	68.5%
2005	27.7%	10.6%	61.6%
2006	31.2%	11.1%	57.7%
2007	30.7%	8.2%	61.1%

4.2 구조개혁 전후의 성과분석 방법

인과관계(Causality)를 파악하기 위한 것으로써 크게 다음과 같은 방법이 있다.

첫째, 시간상 다른 시점에 대한 비교(Before and After Study)로 말 그대로 어떤 사건 혹은 시점을 기준으로 전후의 상황을 비교함으로써 사건에 의한 영향을 추정하는 방법이다. 둘째, 다른 지리적 지역이나 인구그룹을 비교하는 방법으로 사건이 일어난 지역과 비슷한 환경에 놓여있지만 사건이 일어나지 않은 다른 지역의 전후 상황을 비교함으로써 사건에 의한 영향을 추정하는 방법이다. 셋째, 실제와 가상 체계를 비교 시뮬레이션 등을 통한 가상 체계를 비교하는 방법이 있다.

사후 평가 방법을 사용하여 평가하기 위한 항목들은 다음의 항목으로 정리할 수 있다.

도표 7. 사후 평가 항목

구분	평가 항목	세부 평가 항목
철도산업 경영효율화	재무성과 및 효율성	영업수익, 단위수송량당 영업수익, 영업비용, 열차키로당 영업비용, 수익률
	노동생산성 변화	인건비, 인건비비중, 노동생산성 등
	철도수요 증가 여부	여객 및 화물 수송실적
고객서비스 관련	안전문제	사고건수의 증감
	서비스 질	고객에게 제공하는 서비스 질의 상승정도
	요금	요금의 감소
정부의 역할	철도산업에 대한 투자 증가여부	

4.3 비용함수를 이용한 성과 분석

4.3.1 총비용 감소

앞에서 추정한 두 개의 비용함수를 이용하여 구조개혁에 따른 비용의 절감이 얼마나 되는지를 평가해 보았다. 구조개혁을 분석하기 전에 구조개혁시기와 비슷하게 2004년 KTX가 개통되어 구조개혁으로 인한 순수한 비용절감 효과를 파악하기 힘들기 때문에 다음과 같은 방법을 통하여 평가를 하였다.

첫째, 구조개혁과 KTX 투입으로 인한 전체적인 효과를 분석하기 위하여 기존의 2003년 이전의 비용함수(모형1)이 2004년 이후에도 같은 추세를 나타낼 것이라는 가정을 통하여 선별 실제 비용과 수요를 2003년 이후 모형에 적용하여 2007년까지 비용을 구하였다. 둘째, KTX 투입으로 인한 효과 분석은 구조개혁이전모형(모형1)이 KTX 개통 이후의 모든 비용구조는 동일하며 수송수요만 증가하였을 때의 비용을 구하였다. 마지막으로 년도별 실제 모형을 적용하여 KTX효과를 제외한 나머지 비용부분을 구조개혁의 효과로 보고 분석을 하였다.

위의 첫 번째와 두 번째 방법을 통하여 1)구조개혁과 KTX개통 효과, 2)KTX 개통 효과를 산출한 뒤 KTX개통에 의한 비용절감효과와 구조개혁으로 인한 비용절감 효과를 분석하였다. Table 8에서 구조개혁과 KTX 개통으로 인한 효과를 보여주고 있다.

도표 8. 비용함수를 통한 구조개혁 효과분석 결과

년 도	실제비용(1)	구조개혁(X) KTX(X) (2)	구조개혁(X) KTX(O) (3)	KTX 투입 효과 (2)-(3)	구조개혁 시행효과 (3)-(1)
2004	2,366,877	2,666,919	2,523,711	143,208	156,834
2005	2,304,493	3,540,433	2,747,810	792,623	443,317
2006	2,342,606	3,898,026	2,839,010	1,059,016	496,404
2007	2,468,084	3,787,741	2,915,830	871,911	447,746

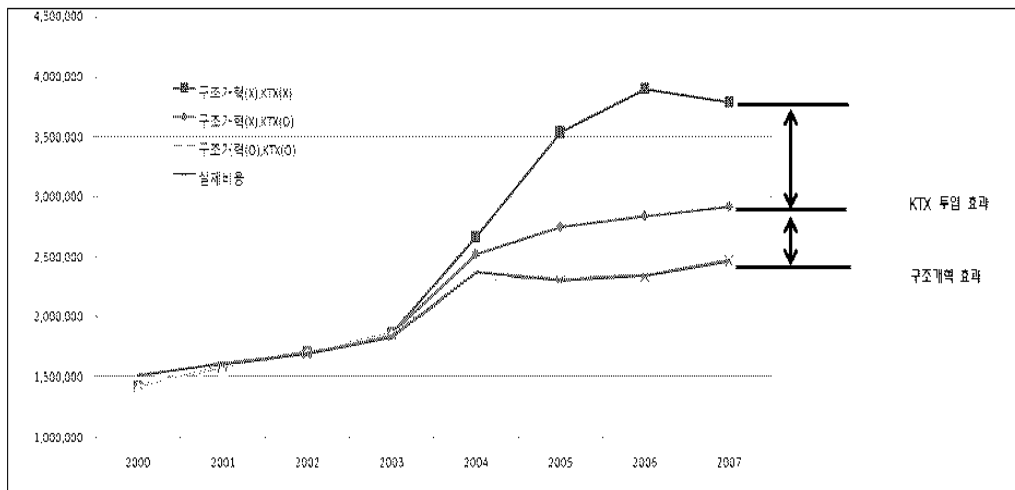


그림 3 운영비용 함수를 통한 년도별 예측값

그림2와 같이 구조개혁 이전과 이후의 총비용 추세를 보면 KTX 미투입시와 구조개혁 미시행시에 가장 큰 비용이 나타남을 알 수 있었으며 KTX투입으로 인한 효과가 구조개혁 시행으로 인한 효과보다 크다는 것을 알 수 있으며 구조개혁 이전의 비용구조를 갖는 상태에서 KTX투입과 구조개혁의 시행으로 인하여

선별 수송수요, 수송밀도, 영업키로 등의 변화에 따라서 비용의 절감 효과가 발생되었으며 구조개혁의 효과는 2007년의 경우 447,746백만원의 효과가 있으며 KTX효과는 871,911백만원의 효과가 나타났다.

4.3.2 평균비용

모형1에 의한 추정결과, 여객의 인-km당 평균비용은 2007년을 기준하여 74.28원으로 분석된다. 이 추정결과는 2007년의 실제평균비용 78.6원과 약간의 차이를 보이나 거의 같다고 볼 수 있다.

모형1의 평균비용은 2000년 58.46원에서 2007년 74.28원에 달해 2000~2007년동안 27%정도 증가하고 있음을 알 수 있었으며 모형2의 경우는 58.34원에서 69.27원으로 가장 적은 평균비용을 나타냈다. 구조개혁 이후의 모형이 가장 작은 평균비용을 갖으며 비용구조가 가장 좋음을 알 수 있었다.

도표 9. 평균비용 추정결과 (2000년~2007년)

(단위: 원/인-km)

평균비용 (원/인-km)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
모형 1 (2000~2003)	58.46	61.63	66.41	70.65	77.91	74.80	76.79	74.28
모형 2 (2004~2007)	58.34	61.32	65.73	69.14	77.12	67.79	69.84	69.27
모형 3 (2000~2007)	61.03	64.81	70.35	74.36	80.62	71.05	72.69	71.92

4.3.3 규모의 경제

아래 식과 같이 총비용의 산출에 대한 탄력성의 합을 1에서 차감한 값으로 판단할 수 있으며 식에서 구한 값이 정이면, 규모의 경제가 존재하는 것으로 수송수요가 증가하는 경우 평균비용이 체감하고, 반면에 부이면 규모의 경제가 존재하지 않아 수송수요가 증가하여도 평균비용은 체증하는 것을 나타낸다.

$$ED = 1 - \left(\frac{\delta \ln C}{\delta \ln Y} + \frac{\delta \ln C}{\delta \ln D} \right)$$

(11)

분석 결과 여객수송에는 규모의 경제성이 존재하고 있는 것으로 분석된다. 여객의 규모의 경제는 2007년을 기준으로 보면 2000년~2003년 모형의 경우 0.40으로 나타나고 있으므로, 여객수송의 경우 수송밀도가 1% 증가하면 인-km당 평균비용은 약 0.40%가 감소함을 보여주고 있다. 2000년~2007년 모형의 경우 0.40으로 거의 같게 나타났으며, 2000년~2007년 모형의 경우에는 가장 높은 0.44정도에 있는 것으로 나타나 구조개혁 이후의 모형에서 가장 큰 규모의 경제 효과가 발생하는 것을 알 수 있었다.

도표 10. 비용함수를 통한 규모의 경제 추정결과 (2000년~2007년)

년도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
모형1 (2000~2003)	0.39	0.38	0.38	0.39	0.40	0.42	0.41	0.40
모형2 (2004~2007)	0.44	0.43	0.42	0.43	0.44	0.45	0.44	0.44
모형3 (2000~2007)	0.40	0.39	0.39	0.39	0.40	0.41	0.41	0.40

4.3.4 평균수송거리 효과

평균수송거리효과는 비용함수의 평균수송거리에 대한 일차도함수로부터 구할 수 있다. 그러나 운영비용모형에 평균수송거리가 포함되어 있으므로, 평균수송거리효과는 운영비용모형에 있는 평균수송거리의 추정계수 a_N 을 이용하여 추정할 수 있다.

여객의 평균수송거리효과는 -0.00546로 추정되므로, 수송밀도와 영업규모가 현재와 같은 상태에서 평균수송거리가 1% 증가하면, 인-km당 평균비용은 0.00546%가 감소할 것으로 보이며 평균수송거리 효과는 구조개혁이후 모형(모형2)가 -0.00547로써 가장 큰 효과를 내는 것을 알 수 있다

이와 같이 평균수송거리가 여객의 평균비용에 미치는 효과는 운영비용모형에 포함된 평균수송거리의 추정치가 유의수준 5%에서 유의하게 나타나고 있는데서도 분명하다고 할 수 있다.

도표 11 비용함수를 통한 평균수송거리 효과

년 도	평균수송거리 효과
모형 1 (2000~2003)	-0.00546
모형 2 (2004~2007)	-0.00547
모형 3 (2000~2007)	-0.00470

4.3.5 영업규모효과

영업규모효과는 영업규모(영업키로)와 평균비용간의 관계를 설명하기 위한 것으로 식(12)와 같이 수송밀도를 상수로 놓고 총비용의 산출에 대한 탄력성을 1에서 차감한 값으로 판단한다. 이 영업규모효과는 영업규모를 확대하는나에 대한 판단기준을 제공해 준다.

$$RS = 1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} \quad (12)$$

도표 12 비용함수를 통한 영업규모 효과 (2000년~2007년)

년도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
모형1 (2000~2003)	0.23	0.22	0.21	0.19	0.22	0.11	0.09	0.13
모형2 (2004~2007)	0.31	0.32	0.32	0.31	0.29	0.29	0.31	0.32
모형3 (2000~2007)	0.43	0.42	0.41	0.40	0.41	0.40	0.40	0.42

분석 결과 여객수송에는 모든 모형에서 영업규모 효과가 나타나는 것으로 분석이 되었다. 여객의 규모의 경제는 2007년을 기준으로 보면 2000년~2003년 모형의 경우 0.13으로 나타나고 있으며, 2000년~2007년 모형의 경우 0.42으로 가장 크게 나타났으며, 2004년~2007년 모형의 경우에는 0.32로 나타났다. 구조개혁 이후의 모형에서 이전의 모형보다 영업규모의 효과가 큰 것으로 나타났다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 철도산업구조개혁의 실행 이후 어느 정도의 효과가 이루어졌는지 알아보고 철도비용함수를 통하여 비용구조를 알아보려고 하였다. 우리나라 철도운영비용모형의 형태를 트랜스로그함수로 정의하여 구하였으며 철도공사의 2000년에서 2007년까지의 운영비용자료를 이용하여 운영비용모형을 추정하였다. 투입요소의 설정은 인건비, 동력비, 자본비로 하였으며 여객의 수송실적과 수송밀도를 산출물로 규정하여 모형을 추정하였다. 추정된 운영비용모형은 적합도가 높은 것으로 나타나 활용의 용이성 측면에서는 무리가 없을 것으로 판단되었다.

구조개혁을 기준으로 운영비용모형을 3가지로 구분하여 정의를 하였다. 첫째 구조개혁이전, 구조개혁 이후, 구조개혁 이전과 이후를 모두 포함한 모형을 가지고 전후 비교를 실시하였다. 운영비용 함수는 통계적으로 유의한 값을 갖고 있으며 비용함수를 통하여 구조개혁 전후를 비교한 결과 다음과 같은 효과를 가져왔다.

비용함수를 통한 분석결과 우리나라 철도에는 규모의 경제가 존재하며 평균수송거리 증가에 따라서도 평균비용이 감소하는 효과를 나타내고 있으며 구조개혁 이전과 이후의 모형을 비교한 결과 구조개혁 이후 평균비용이 더 적은 것으로 나타났다. 구조개혁 이후 평균비용의 감소효과를 확인하였으며 수송수요가 증가하면 평균비용이 더 감소하는 것을 알 수 있었다.

총비용을 통한 분석 결과는 구조개혁 이전의 비용구조에 의하여 구조개혁 이후의 비용을 분석한 결과 현재 운영하는 비용보다 구조개혁으로 인한 효과는 2007년의 경우 447,746백만원의 효과가 있으며 KTX 투입으로 인한 효과는 871,911백만원으로 모형을 통하여 나타났다.

구조개혁과 거의 동시에 KTX의 투입이 발생하면서 두가지 효과가 시너지 효과를 가져와서 구조개혁의 성과를 더 크게 가져온 것으로 추정이 되며 구조개혁 이후에 효율적인 운영으로 인하여 비용이 절감된 것을 알 수 있었다.

본 논문에서는 자료의 한계 때문에 모형의 실제 운영비용의 배분이 어려웠으며 더 많은 철도 운영 비용자료를 확보하여 통계적으로 더 유의한 모형의 추정이 필요하였다. 그리고 2000년~2007년의 8년 실적을 가지고 분석을 하였지만 좀 더 현실성이 있고 예측력이 좋은 모형을 추정하기 위해서는 더 많은 자료의 확보가 필요하였다.

그리고 KTX와 구조개혁의 시행의 동시에 일어나면서 KTX투입효과와 구조개혁의 투입효과의 분리가 어려웠다. 더욱더 현실성 있는 분석을 위한 방법론의 개발이 필요가 있다.

6. 참고문헌

1. 서선덕 · 이재훈, 지역간 철도운행 비용 모형의 정립, 교통개발연구원, 1994
2. 서선덕 · 김자영, 서울시 지하철 운행비용배정모형의 개발과 적용, 토목학회학술발표, 1997
3. 정용우, 비용함수를 이용한 철도 산업의 구조변화 추세에 관한 연구, 한양대학교, 2002
4. 배양선, 한국 철도산업의 규모 및 범위의 경제성 분석, 서울대학교, 1998
5. 김종길, 서울시 지하철의 비용함수 추정 : 밀도 및 규모의 경제성 분석을 중심으로, 서울대학교, 1997
6. Pozdana R. j. and Merewitz L., Estimation Cost Functions for Rail Rapid Transit Properties, Transportation Research Vol. 12, pp.73~78, 1978

7. Uzawa H., Production function with Constant Elasticities of Substitution, Review of Economic Studies, pp. 291~299, 1961
8. Zeller, A., An Efficient Method for Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias, Journal of the American Statistical Association, 1962
9. 철도청, 한국철도공사, 철도 경영성적보고서, 2000~2007
10. 철도청, 한국철도공사, 철도통계연보 2000~2007
11. 한국철도시설공단, 철도투자평가편람, 2006
12. 국토해양부, 철도산업 구조개혁 성과평가 및 향후과제, 2008
13. 한국철도시설공단, 철도투자평가 비용부문 합리화방안 연구용역, 2008