

# 철도투자평가를 위한 운영·유지보수비용 합리화 방안

- 고속철도를 중심으로 -

## A Study on the Rationalization of Management and Maintenance Cost for Railway Investment Assessment

- Focus on High Speed Railway -

상교†  
Suh, Sang-Kyo

성덕룡\*  
Sung, Deok-Yong

노병국\*\*  
Roh, Byoung-Kuk

박용걸\*\*\*  
Park, Yong-Gul

---

### ABSTRACT

This study is objected by suggesting rationalization method of management and maintenance cost for railway investment assessment. The estimate of rational benefit and cost are a work of vital importance to decide railway investment as preliminary feasibility investigation is institutionally reinforced since January 2007. In particular, railway management and maintenance cost have to be applied to realistic and detail cost as railway investment assessment guide. For example, types of railway, construction of new line, improvement of conventional line, double tracking, railway electrification. However, railway investment assessment is inconsistency because of estimating the railway management and maintenance cost using existing unrealistic management and maintenance cost.

Therefore, this study is performed parametric analysis effecting on the railway management and maintenance cost considered new technique, enhanced facilities and improved standard. Also, it suggests the itemized standard management and maintenance cost. Finally, it will be helped to establish the base of railway investment through the rationalization method of management and maintenance cost.

key words : railway investment assessment(철도투자평가), management and maintenance cost(운영·유지보수비용), rationalization method(합리화 방안)

---

### 1. 서론

국가재정법 시행('07.1월)으로 신규 사업 추진을 위한 예비타당성조사가 제도적으로 강화됨에 따라 철도의 투자여부 결정을 위한 합리적인 편익과 비용 산정이 매우 중요하게 되었다. 특히 철도투자평가지침에 사용되고 있는 비용의 경우, 고속철도, 간선철도, 도시철도, 경량철도 등 철도시설의 종별 및 신선 건설, 기존선 개량, 복선화 및 전철화 등 건설방법의 다양화에 따라 철도건설 대안에 대한 현실적이고 구체적인 비용이 적용되어야 한다. 하지만 국내에서는 과거 건설되어 운영되는 구간의 건설, 유지보수비용 등을 적용하는 등 현실적이지 못한 수치가 사용되고 있는 실정이며, 이로 인해 실제보다 높은 유지보수비용이 계상되거나 총사업비가 변경되어 철도건설 정책의 일관성이 결여되고 있는 실정이다.

---

† 책임저자 : 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 철도건설공학과, 박사수료  
(현대스틸산업, 상근자문, 철도기술사)

E-mail : ktx3748@naver.com  
TEL : (02)746-2234 FAX : (02)746-2528

\* 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 철도건설공학과, 박사수료

\*\* 정회원, 한국철도시설공단 사업전략팀, 부장, 서울산업대학교 철도전문대학원, 철도건설공학과, 박사과정

\*\*\* 정회원, 서울산업대학교 철도전문대학원, 철도건설공학과, 교수

또한, 과거 낮은 기술수준으로 건설된 시설과 비교하여 최근의 높은 기술력과 시설수준, 설계변수의 개선 및 유지보수의 기계화·효율화 등으로 운영·유지보수비용의 절감이 예상되기 때문에 시설설계의 내용에 부합한 운영·유지보수비용의 적용이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 과거에 비해 높은 시설수준과 개선된 설계변수, 철도경영개선의 합리화 등을 감안한 신설선 건설에 따른 운영·유지보수비용을 산출하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 본 연구에서는 고속철도 운영 및 유지보수비용 산정을 위해 궤도파괴량 산정 및 국외 철도선진국의 사례연구와의 비교를 통해 철도투자평가를 위한 철도 운영·유지보수비용 합리화 방안을 제시하고자 하였다.

## 2. 국내외 연구동향

철도 운영 및 유지관리비는 통계적 방법과 비용배정방법에 의해 개발된 운영 및 유지관리비 함수식을 이용하여 산정하여야 한다. 이때 고속철도, 일반철도 여객, 일반철도 화물, 광역철도, 도시철도 등으로 대상을 구분하여 각각의 사업에 적용될 수 있도록 추정된 별도의 함수식을 활용하여야 한다.

운영 및 유지보수 비용 산식은 각 비용발생 요인별 발생비용에 대한 가중치 함에 의한 방법인 비용배정 방법과 회귀분석에 의한 방법으로 나누어지며, 이 중 비용배정 방법에 대한 산식은 아래와 같다.

- 고속철도 운영 및 유지보수 비용 함수[2]

$$\begin{aligned} \text{비용(원)} &= 40,774\text{천원} \times \text{궤도연장}(km) + 118\text{천원} \times \text{여객운송수입(백만원)} \\ &+ 195 \times \text{차량키로} + 1,992,944\text{천원} \times \text{역수(개소)} \end{aligned}$$

유럽에서는 각국의 고속철도 유지보수비용을 취합하여 평균적인 값을 제시하고 있어 매우 중요한 정보를 보여주고 있다. Table 1은 각 서브시스템이 유지보수비에 차지하고 있는 비율을 보여주고 있는데, 궤도유지비용이 약 50%수준임을 알 수 있다. 또한, Fig 1은 고속철도 궤도가 시간이 지나면서 어떻게 그 질이 퇴화가 되는지를 보여 주고 있다. 약 15년 이후에 급격히 퇴화가 진전됨을 알 수 있다.

교통의 종류에 따른 유지보수비의 증가는 Table 2에서 보여주고 있는데, 혼합교통량의 경우 유지보수비가 급격히 증가함을 보여주고 있다.

Table 1. Variation Range of the Importance of Each Sub-system of a High Speed Line in the Total Maintenance Costs

Sub-system	Variation range for maintenance relative cost(%)
Track	45~55
Bridges and Tunnels	3~5
Catenary and Power supply	20~25
Signaling and Telecommunications	17~22

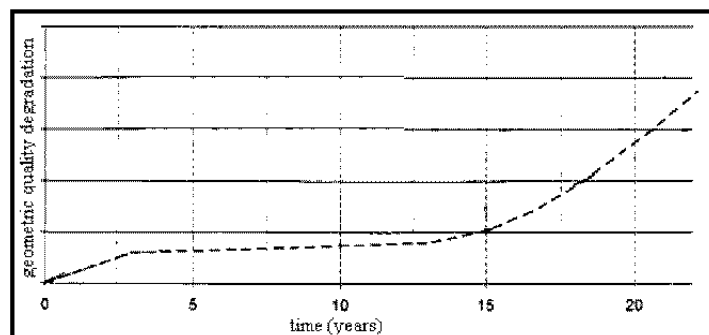


Fig 1. Evolution of the degradation of the geometric quality of a high speed track

Table 2. Relative Influence of Traffic Typology of a High Speed Line in the Track Maintenance Cost

Line Type	Maintenance cost indices
Line where only high speed trains sets circulated	100
Line where high speed and conventional passenger trains sets circulated	146
Line where high speed trains and conventional passenger and freight train sets circulated	198

Table 3은 유럽의 고속철도 유지보수비를 보여주고 있는데, 평균적으로 km당 약 5천만원/년이 소요 되는 것으로 나타나고 있다. 이러한 수치는 국내의 값들과 비교하여 보면 상대적으로 낮은 것임을 알 수 있다.

Table 3. Maintenance Reference Costs of a High Speed Line

Component	Cost per track km(euros)	Cost per track km(dollars*)	Percentage in respect to total(%)
Track	20,000	29,200	52
Bridges and Tunnels	1,600	2,336	4
Catenary and Power supply	9,000	13,140	23
Signaling and Telecommunications	8,000	11,680	21
TOTAL	38,600	56,356	100

\*(currenty Euro -> US dollar : 1.46 - in Nov. 2007)

### 3. 궤도파괴량의 산정

#### 3.1 파괴량의 정량화(파괴계수)

궤도파괴량을 산정하기 위해서는 궤도파괴량을 정량화하여야 하며 궤도파괴량의 정량화를 위해서는 이를 계수화하여야 한다. 현재까지 수행되어온 궤도구조에 대한 역학적인 이론과 실험에 의하면 파괴계수는 궤도파괴의 양으로 규정되는데 이 파괴계수( $\Delta$ )는 하중계수(L), 구조계수(M) 및 상태계수(N)의 3계수로 구분하고  $\Delta$ 는 L, M, N의 곱으로 나타내고, 이로부터 궤도파괴에 대한 정량화가 가능하게 된다.

이 계수에 대한 이론적인 값은 궤도보수 작업량에 대한 데이터를 비교함으로써 적절한 값을 찾아낼 수 있다. 일단 파괴계수와 보수 작업량과의 관계가 확립되면 어느 선구의 하중조건과 궤도구조에 대한 유지보수량을 예측할 수 있을 것이다. 따라서 여러 가지 궤도구조형태에 대하여 구조계수를 계산하면 궤도파괴량을 추정할 수 있고 이로부터 유지보수비용을 산정할 수 있다.

$$\cdot \text{하중계수(L)} = (\text{차량계수}) \times (\text{통과톤수}) \times (\text{열차속도}) = \Sigma(\text{차량하중}) \times (\text{그 차량의 차량계수}) \times (\text{열차의 주행속도})$$

$$\cdot \text{구조계수(M)} = [\text{일정한 차량하중에 대한 도상압력}] \times [\text{일정한 차량충격에 대한 도상 진동가속도}] \times [\text{충격계수}]$$

· 상태계수(N) : 궤도는 보통 레일종별, 침목의 종별과 간격, 도상두께, 노반의 강도 등의 항목으로서 그 구조를 나타낼 수 있지만 파괴계수의 측면에서는 이것들의 항목을 가지고 계산한 구조계수만으로는 나타내기 어려운 중요한 요소가 따로 고려될 수 있으므로 이것을 상태계수로 나타낸다.

#### 3.2 국외 궤도파괴량 산정방법

주어진 수송조건에 대하여 임의의 궤도구조를 설계했을 때의 궤도보수비를 정량적으로 파악하는 것은 궤도유지보수상 필요한 일이며 궤도구조를 결정하는데 매우 중요한 요소이다.

일본철도에서는 궤도파괴의 척도로서 궤도 파괴계수를 사용하여 궤도의 파괴량을 수량적으로 산정하고 이에 따르는 궤도 유지보수비를 구하여 비교 검토하고 있다. 궤도 유지보수비는 궤도 유지보수에 필요한 모든 경비로서 그 내용을 대별하면 유지보수인건비, 궤도수선비로 나눌 수 있는데 궤도 보수인원의 산정에는 오래전부터 “Y식”이 적용되어 왔다. 이 “Y식”에 대해서 다시 각종 수송조건에 대한 임의의 궤도구조 사용 시 궤도파괴는 파괴계수에 비례하여 증가하며 현재 사용하고 있는 추정식은 다음과 같다.

$$Y = 0.730 + 1.125 PLM \times 0.026 T$$

여기서, Y : 환산궤도 km당 유지보수 비용, T : 통과톤수(백만톤/년)  
L : 하중계수(억톤/년·km/h), M : 구조계수, P : 정비기준에 역비례하는 계수

이 식을 ‘신 Y식’이라 하며, 어느 선구의 수송조건, 궤도구조별 정원 산정식으로 하고 이것에 연간 궤도소요 1인당 평균경비를 곱하여 보수인건비를 구한다.

궤도수선비는 평균 교체 부담액, 설비유지비, 기구, 제 재료비 및 내용 인부임 등으로 구성되고 이들을 합계하여 구한다. 그런데 궤도보수비에 대한 통계에 의하면 보수인건비와 궤도수선비 사이에는 밀접한 비례 관계가 있어 ‘신 Y식’을 이용하여 궤도 보수인원을 구하면 궤도보수비 전액에 대한 추정이 가능하다.

유럽철도에서는 UIC(International Union of Railways) 제7위원회 궤도보수 분과위원회에서 조사하여 보고한 내용인 궤도파괴에 영향을 미치는 주요관련 요소에 의하여 궤도파괴량을 추정·비교하고 있다. 여기서 인용된 수치는 여러 인자를 조합하여 정밀 계산을 하는데 직접 사용할 수 없고, 단지 보수비용, 교통량의 현황, 현장에서의 장비투입 등에 대한 효과를 평가하는데 이용될 수 있다. 각 요소의 변화로부터 지수값의 증가, 감소가 결정되며 한 요소의 평가를 위해 각 경우에서 다른 요소에 관한 위치가 지수 100에 상응한다고 가정하면 된다. 궤도파괴에 영향을 미치는 주요관련 요소는 다음과 같다.

응력과 관련된 요소 : 통과톤수(Volume of Traffic on the Track), 차량의 최대 축중(Maximum Axle Load of Vehicles), 열차최고속도(Maximum Train Speed)

재료와 관련된 요소 : 레일중량(Rail Weight), 레일길이(Rail Length), 침목종별(Type of Sleeper), 침목간격(Distance Between Sleeper), 도상(Ballast), 노반(Track Bed)

선형과 관련된 요소 : 곡선반경, 부족캔트, 초과캔트

### 3.3 궤도구조 따른 유지보수비용 산정 예

#### 1) 레일중량과 보수량과의 관계

레일중량과 보수량에 대해서는 레일중량을 45kg/m, 50kg/m, 55kg/m, 60kg/m의 4종류에 대하여, 각 레일의 종별, 특히 선로등급에 상당하는 1일당 통과톤수를 90,000, 45,000, 22,500, 12,000으로 구분하여 적용한다. 구조계수의 계산에 사용한  $I_x$ 는 각국레일의  $I_x$ 의 평균치를 수식화  $I_x = 72 - 16.37W + 1.05W^2$ 로 구하고 W는 레일 1m당 중량이며 침목간격을 60cm로 하여 4종류의 레일에 대한 구조계수(M)의 값을 구하면 Table 4와 같이 된다. 이 경우 기준치의 궤도구조는 레일중량 50kg/m의 궤도로 하고, 하중계수(L)는 그 구간의 1년간 전 열차에 대한 차량계수(K), 통과톤수(T) 및 열차속도(V)의 곱으로 구하는 것이지만, 이때 쓰인 하중계수(L)의 값은 이를 계산에 의하지 않고 통과톤수만의 지수 관계로 하여 간편법에 의한 값을 사용하였다.

Table 4. 레일중량별 구조계수비

레일 종별 (kg/m)	레일 강성	침목 간격	침목 폭	침 목 1/2길이	하중 중심	침목 강성	도상 두께	지지 질량	침목 압축계수	구조계수 $Sy^2Pb$	비율
	$EI_x$ (kg.cm <sup>4</sup> )	a (cm)	b (cm)	L (cm)	$\gamma$ (cm)	$E_t I_t$ (kg.cm <sup>4</sup> )	d (cm)	m·a (kg)	D·l (kg/cm)		
45	$315 \times 10^7$	57	26	130	75	$88.6 \times 10^7$	30	514	170000	$2.9552 \times 10^{-6}$	1.23
50	420	57	26	130	75	"	30	514	170000	$2.3971 \times 10^{-6}$	1.00
55	504	57	26	130	75	"	30	514	170000	$2.0984 \times 10^{-6}$	0.88
60	630	57	26	130	75	"	30	514	170000	$1.7824 \times 10^{-6}$	0.74

2) 침목간격과 보수량과의 관계

침목간격과 보수량에 대해서는 침목간격을 66cm, 62cm, 58cm의 3단계로 하고 레일은 프랑스국철의 50kg 레일(U-36)을 적용하여 구한 구조계수의 값은 Table 5에 나타난 바와 같고, 또 이 경우는 침목 간격 62cm의 궤도 구조를 기준치로 한다. UIC의 보고에서는 모든 철도는 침목계수를 증가시키면 보수량은 감소하며, 3단계간의 차는 약 10%로 추정하고 있다.

Table 5. 침목간격에 따른 구조계수비

레일 종별 (kg/m)	레일 강성	침목 간격	침목 폭	침 목 1/2길이	하중 중심	침목 강성	도상 두께	지지 질량	침목 압축계수	구조계수 $Sy^2Pb$	비율
	$EI_x$ (kg.cm <sup>4</sup> )	a (cm)	b (cm)	L (cm)	$\gamma$ (cm)	$E_t I_t$ (kg.cm <sup>4</sup> )	d (cm)	m·a (kg)	D·l (kg/cm)		
50	$424 \times 10^7$	66	26	135	75	$88.6 \times 10^7$	30	514	170000	$2.8305 \times 10^{-6}$	1.08
50	$424 \times 10^7$	62	26	135	75	"	30	514	170000	$2.6297 \times 10^{-6}$	1.00
50	$424 \times 10^7$	58	26	130	75	"	30	514	170000	$2.4302 \times 10^{-6}$	0.92

3) 궤도구조별 비교

Fig 2는 궤도구조와 선로유지보수비용의 관계로부터 각각 궤도구조에 대한 선로유지보수비용을 추정 한 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 현 경부선의 경우 외국철도의 3급선 궤도(50kg/m레일)와 비슷한 수준임을 알 수 있다.

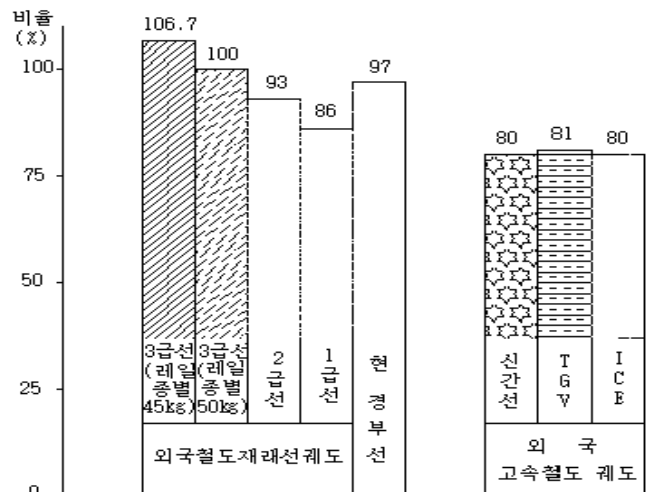


Fig 2. 궤도구조별 선로유지보수비용 비교

## 5. 합리적인 유지보수비용 산정 방안

### 5.1 선로유지보수비용의 추정

궤도파괴의 정도와 유럽철도 자료의 내용을 근거로 하여, 신선 및 기존선에 대한 유지보수체계의 원상회복 활동을 합리화한다는 전제하에 국내에서의 선로보수비용을 추정하기 위해서 사례연구를 앞질에서 수행하였다. 기존선의 경우에 대한 유지보수체계의 합리화는 결국 철도운영주체의 의지에 따라 적용여부가 결정될 것이다. 프랑스 철도의 유지보수 시행방법과 기술을 상호 유사한 조건의 국내철도에 적용하여 선로유지보수비를 산정 하였으며, 이러한 프랑스의 시행방법을 국내에 적용하는 접근의 합리성에 대한 논의는 가능할 것이다. 하지만 선로유지보수비의 저감을 위한 개선된 절차가 가용하고, 또 그러한 절차의 합리성이 인정이 된다면 새로운 절차의 적용을 적극적으로 검토하는게 필요할 것이다. 적용된 프랑스 철도의 조건은 다음 Table 6과 같다.

Table 6. 프랑스 철도의 선로유지보수비 산정 조건

구 분	고속철도	
조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열차의 운영상태</li> <li>- 여객열차 최고속도 : 300km/hr</li> <li>- 여객열차 전용 선로</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선로조건</li> <li>- 궤도 : 60kg/m 장대레일</li> <li>- 선형 : 최소곡선 반경 4,000m</li> <li>- 최대구배 35%</li> <li>- 복선 전철선로</li> </ul>

본 연구에서는 프랑스 철도의 방법과 기술을 국내철도 선로유지보수비용 산정에 그대로 적용한 결과, 지형조건, 열차빈도, 역 구내배선 및 선로 시설물 배치 등 국내철도의 여건 차이에 따른 영향으로 국내 철도 선로유지보수비용은 프랑스 철도의 선로유지보수비용보다 약 70%정도 증가하는 것으로 나타났다. 국내철도 선로유지보수비용 증가 요인 중 하나는 대부분 토공노반으로 구성된 프랑스 철도보다 교량과 터널의 비율이 높은 국내철도의 특성 때문이며, 선로유지보수비는 선로의 규격(노선 등급)과 열차 통과 톤수 등이 영향을 미치게 되기 때문이다. 일반적으로 선로규격이 양호하고 열차빈도가 적으면 보수비는 적어진다. 또한, 구간 특성에 따라 운영되는 교통의 형태 즉 여객 전용인가, 여객과 화물 혼용인가, 고속 전용인가, 일반·고속 혼용인가에 따라 영향을 받게 되며, 여객 전용 고속철도는 여객 화물 혼용 고속철도보다 50%정도 보수 노력이 감소하게 된다.

그러나 프랑스 철도의 방법으로 산정된 국내철도의 선로유지보수비는 실제 집행되는 국내철도의 선로 유지보수비용보다는 적은 금액이며, 그 사유는 유지보수 작업의 시행 방법 등(레일연마 및 대형장비 작업 : 프랑스-외주, 국내-직영)의 차이에 의한 것으로 사료된다.

Table 7. 선로유지보수비의 비교 (단위: 연간 km당/원)

구분	프랑스 고속철도	국내 고속철도	비교
시설	10,386,103	17,193,064	약 40% 증가
전기	6,099,775	10,992,287	약 80% 증가
계	16,485,878	28,185,351	약 70% 증가

### 5.2 기타 운영 및 유지보수비용 추정

본 연구에서는 선로유지보수비용을 제외한 기타 운영 및 유지보수비용은 2007년도 철도공사 경영성적 보고서에서의 운영 및 유지보수비를 기준으로 선로를 제외한 운영 및 유지보수비용으로 추정하였으며, 기타 운영 및 유지보수비용 함수를 비용배정방법에 근거하여 추정하였다. 이러한 방법은 『철도투자분석 및 평가편람 개정(2006년)』 연구의 방법을 적용한 것으로, 현재 예비타당성 표준지침에서 제시하는 운영

및 유지보수 비용 함수가 비용배정방법에 근거하기 때문이다. 비용배정방법을 적용하여 운영 및 유지보수비용 함수를 추정하기 위해서는 우선 운영 및 유지보수비용을 구성하는 부문별 비용을 무엇으로 할 것인가를 결정하여야 한다. 이에 관해서는 현재 한국철도공사의 운송원가 집계기준에 맞추어 인건비, 경비, 자산관련 경비의 3개 부문으로 구분하였다.

다음으로는 비용을 발생시키는 요인은 무엇이고 이 요인들이 얼마나 비용을 발생시키는지를 결정하여야 한다. 본 연구에서는 운영 및 유지보수비용을 발생시키는 요인에 대하여 『철도투자분석 및 평가편람 개정(2006년)』 연구결과 및 예비타당성 표준지침에서 제시하는 운영 및 유지보수비용 함수와 일관성을 유지할 수 있도록 연장, 운송수입, 차량키로, 역수를 사용하였다. 비용배정방법에 근거한 운영 및 유지보수비용 함수는 다음과 같다.

$$\text{운영 및 유지보수비용} = \alpha \times \text{궤도연장} + \beta \times \text{운송수입} + \gamma \times \text{차량키로} + \delta \times \text{역수}$$

비용 발생요인들이 비용을 발생시키는 정도는 『철도투자분석 및 평가편람 개정(2006년)』을 참조하여 결정하였다. 비용 발생요인들이 관련이 있는 부문별 비용에서 차지하는 비중에 대해서 조사한 결과, 인건비를 결정하는 요인으로는 궤도연장과 운송수입이 해당되고, 경비를 결정하는 실적변수로는 운송수입과 차량키로가 해당되는 것으로 나타났다. 자산관련 경비의 경우에는 비용 발생요인으로 역수와 차량키로로 정의된다. Table 8은 비용 발생요인들이 관련되어 있는 부문별 비용에서 차지하는 비중을 나타내고 있다.

Table 8. 비용 발생요인별 비용구성 비중

비용 발생요인	인건비	경비	자산관련 경비
궤도연장	50%	-	-
운송수입	50%	50%	-
차량키로	-	50%	50%
역수	-	-	50%

또한, 선로유지보수비용을 새로운 운영 및 유지보수비용 함수에 적용하기 위해서는 경제비용을 추정해야 한다. 산정된 선로유지보수비용은 실제비용을 바탕으로 추정되었기 때문에 이를 경제비용에 맞도록 재산정해야 한다. 이를 위해 한국철도공사가 집계한 운송원가[8]에서 세금, 보험료, 감가상각비, 선로사용료를 제외하여야 한다. 세금을 공제하는 비용항목으로는 인건비, 유류비, 외주작업 수수료 등이 해당되는 데, 공제비율은 『철도투자분석 및 평가편람 개정(2006년)』을 참조하여 결정하였다. 인건비에 대해서는 근로소득세 5.5%를 감안하여 공제하고, 기타 재료비 및 외주작업과 관련된 비용에 대해서는 부가가치세 10%를 감안하여 공제하였다. 유류비의 경우는 경유세 47.1%를 적용하여 공제하였다.

Table 9. 국내 고속철도 서비스 종류별·부문별 실제비용 및 경제비용 (단위 : 백만원)

구성	계정명칭	금액	실제비용(A)	경제비용(B)	제외금액(A-B)	비율(B/A)
인 건 비	기본급	57,516	141,580	133,793	세금: 7,787	95%
	상여급	13,505				
	수 당	70,559				
	소 계	141,580				
	(구성비)	18.60%				
경 비	열차운영수수료	16,758	101,051	90,560	세금: 10,062 보험료: 429	90%
	승차권대매(국철)	6,441				
	객차청소료	8,004				
	복리후생비	33,173				
	배상금	109				
	광고선전비	1066				
	임차료	320				
	기타경비	35,179				
	소계	101,051				
	(구성비)	13.30%				
자 산 관 련 경 비	보수비	46,073	257,301	68,554	세금: 24,201 감가상각비 : 164,546	27%
	감가상각비	23,216				
	감가상각비차량	141,330				
	동력비	40,230				
	기타 경비	6,453				
	소계	257,301				
	(구성비)	33.90%				
선 로 사 용 료	선로사용료	259,540	259,540	-	259,540	-
	소 계	259,540				
	(구성비)	34.20%				
총계		759,472	759,472	292,907	466,565	39%
(구성비)		100%				

### 5.3 고속철도 운영 및 유지보수비용 함수식 제안 및 검증

앞 절에서 산정한 경제비용과 비용 발생요인별 비용구성 비중을 이용하여 2007년을 기준으로 하는 고속철도 기존선에 대한 운영 및 유지보수비용 함수식을 산정하였다. 또한, 신설선에 대해서는 Table 7과 같이 궤도파괴량을 고려하였으며, 운영 및 유지보수비용을 추정할 때 기타 재료비 및 외주작업과 관련된 비용에 대해서는 부가가치세 10%를 그리고 인건비에 대해서는 근로소득세 5.5%를 감안하여 km당 고속철도 운영 및 유지보수비용 함수식을 산정하였다.

- 고속철도 운영 및 유지보수비용 함수(기존선) (2007년 기준)

$$\text{비용(원)} = 48,518\text{천원} \times \text{궤도연장}(km) + 111\text{천원} \times \text{여객운송수입(백만원)} \\ + 184 \times \text{차량키로} + 1,904,280\text{천원} \times \text{역수(개소)}$$

- 고속철도 운영 및 유지보수비용 함수(신설선)

$$\text{비용(원)} = 28,185\text{천원} \times \text{궤도연장}(km) + 111\text{천원} \times \text{여객운송수입(백만원)} \\ + 184 \times \text{차량키로} + 1,904,280\text{천원} \times \text{역수(개소)}$$



제안한 고속철도(기존선) 운영 및 유지보수비용 함수계수(2007년 기준)와 철도투자평가지침(2005년 기준)의 비용 함수 계수에 건설비용 상승비율(8.5%)를 적용하여 2007년에 맞도록 조정한 함수계수와 비교한 결과를 Table 10에 나타내었으며, Table 11에는 추정비용과 실제비용을 비교한 결과를 나타내었다.

Table 11에서 알 수 있듯이 비용함수에 대입하여 계산한 비용은 실제비용과 차이가 거의 없는 것으로 나타났고, 두 비용 간에 미세한 차이가 있는 것은 비용함수의 계수를 반올림한데서 연유하는 것이다. 따라서 비용배정방법에 근거하여 추정된 비용함수는 설명력이 있다고 평가할 수 있으며 『철도투자분석 및 평가편람 개정(2006년)』의 모형을 사용하여 새로운 모형과 비교한 결과 기존 모형보다 더 설명력이 있다고 평가할 수 있다.

Table 10. 2005년 철도투자평가 지침의 비용 함수 계수 값 조정결과 - 고속철도

구분	궤도연장(천원)	운송수입(천원)	차량키로(원)	역수(천원)
2005년 기준	40,774	118	195	1,992,944
2005년 모형(2007년 기준) (건설비용 상승비율 적용)	44,240	128	212	2,162,344

Table 11. 비용배정방법에 의한 부문별 비용함수 검정결과 (단위: 백만원)

구분	실제비용	2005년 모형	본 연구	비 고
금 액	295,215	321,707	293,573	실제비용은 세금, 보험료, 감가상각비를 제외한 경제비용.
편차(%)	-	8.97	0.55	

## 6. 경제성 분석을 통한 효과 분석

본 연구에서 비교대상으로 선정된 사업은 『수도권 철도망 개선방안 연구(2007년)』에서 강남권역 고속철도 신선건설 노선중 “수서-수원시청-평택”에 이르는 노선에 대하여 제시한 운영 및 유지보수비용 함수를 사용하여 경제성분석시에 운영 및 유지보수비용에 따라 어떠한 영향을 주는지 적용하여 보았다. 현재 예비타당성조사 표준지침에서는 고속철도의 운영 및 유지보수비용 함수를 제시하지 않고 있기 때문에 철도투자평가 편람 모형과 궤도유지보수비가 줄어든 본 연구의 모형을 비교 하였다. 비교에 사용된 운영 및 유지보수비용 함수의 계수값은 Table 12와 같다.

Table 12. 철도투자평가 편람과 금회연구의 비용 함수 계수 값

구분	궤도연장(천원)	운송수입(천원)	차량키로(원)	역수(천원)
철도투자평가 편람	48,518	112	186	1,904,027
본 연구	28,185	112	186	1,904,027

비교대상으로 선정된 사업은 신규 고속철도 노선으로서 각 고속철도 비용함수의 운영 및 유지보수비용을 산정하여 경제성분석에 적용하여 비교하였다. 경제성 분석시에 운영 및 유지보수비용의 적용에 필요한 자료는 Table 13과 같으며 Table 14의 운영 및 유지보수비용 함수를 각각 사용하여 분석을 하였다.

Table 13. 년도별 각 함수별 운영 및 유지보수비용 산정 적용 자료

년도	케도연장	운송수입	차량키로	역수
2016	1694.6	256,774	3,034,700	16
2026	1694.6	267,054	3,034,700	16
2036	1694.6	268,168	3,035,000	16
2046	1694.6	268,911	3,035,000	16

Table 14. 운영 및 유지보수비용 함수별 경제성 분석 결과 (고속철도)

구분	총비용(백만원)	B/C
철도투자평가편람(A)	5,574,414	1.547
본 연구(B)	5,218,148	1.653
(A) - (B)	-356,266	0.106

경제성분석 결과는 본 연구의 운영 및 유지보수비용이 철도투자평가편람의 운영 및 유지보수비용보다 356,266백만원이 줄어들어, 전체비용의 약 5%가 감소한 것으로 나타났다. 경제성분석 결과는 1.547에서 1.653으로 0.106 증가되었다.

## 7. 결 론

본 연구에서는 철도투자평가 시 적용하게 되는 철도 운영·유지보수비용의 합리적 산정 방안을 제시하고자 하였으며, 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

1) 운영 및 유지보수비용 산정기준의 현실 적합성이 높다. 이는 예비타당성조사 표준지침에서 제시하는 운영 및 유지보수비용 함수와 달리 본 연구에서 추정한 운영 및 유지보수비용 함수의 경우 2007년 운송원가에 근거하므로 최근 철도 운영 및 유지보수비용 구조를 반영할 수 있기 때문이다. 또한 유지보수 절차의 개선에 따라 절감이 가능한 유지보수비의 수준을 공학적인 접근으로 새롭게 분석하였다.

2) 본 연구에서 추정한 운영 및 유지보수비용 함수를 적용할 경우에는 예비타당성조사 표준지침에서 제시하는 비용함수와 비교할 때 운영 및 유지보수비용을 합리적으로 산정할 수 있는 효과가 있는 것으로 분석되었다.

## 참고문헌

1. 한국철도시설공단(2008), “철도투자평가 비용부문의 합리화 방안 연구”
2. 건설교통부(2007), “교통시설 투자평가지침 연구”
3. 철도부문사업의(2001), “예비타당성조사 표준지침연구(제3판)”
4. 한국철도시설공단(2006), “철도투자평가 편람”
5. 한국교통연구원(2007), “철도시설 유지보수비 과학적 산정을 위한 연구”
6. (2006), “철도투자분석 및 평가편람 개정”
7. 한국개발연구원(2004), “도로·철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판)”
8. 한국철도공사(2008), “2007회계연도 경영성적보고서”, p. 49.
9. 수도권 철도망 개선방안 연구, 2007
10. 이종득(2000), “철도궤도역학”
11. SYSTRA(2008), "Track maintenance cost for high speed line and conventional line".