

## 철도관련 사업에서의 환경편익 고려방안

### Environmental Benefit Analysis for Railroad-related Projects

남두희<sup>1</sup> · 허현무<sup>2</sup> · 이진선<sup>3\*</sup>

Doohee Nam · Hyunmu Huh · Jinsun Lee

**Abstract** Environmental impact is getting more attention in many feasibility studies for railroad-related projects and research items. For sustainable growth and green transportation, the benefits typically used for feasibility studies in railway-related projects, are composed mostly of economic criterions which is not considering growing attention on changing paradigm. Based on the analysis of current methodologies, improvements in estimating environmental impact especially on noise and pollution are suggested. Active steering bogie has been proposed to satisfy stabilizing and steering performance of railroad. This paper describes the feasibility study of the active steering bogie for a urban railway vehicle based on environment-related criteria.

**Keywords** : Active steering, Economic Analysis, Environmental Cost, Benefit-cost Analysis

**초 록** 철도관련 사업 및 연구개발시 수행하는 타당성조사에서 환경적 파급효과 산정의 중요성이 증대되고 있다. 그러나 현재의 투자평가지 고려되는 평가항목은 이동성에 기반한 효율성 위주의 항목으로 구성되어 있다. 현재 시행되는 예비타당성조사 및 타당성 평가의 주요 계량화 항목을 보면 차량운행 비용절감 편익, 통행시간 절감편익, 교통사고 감소편익, 환경비용 절감편익으로 분류된다. 현재의 환경비용 절감편익은 단순히 오염물질별 원단위에 따른 산정에 그치고 있어 최근 녹색성장 및 지속가능한 교통체계의 패러다임에 맞는 사회경제적 평가항목의 도입이 필요하다. 국내의 타당성 평가내용을 보면 계량화가 힘든 부분은 정책적 분석에서 고려되거나 참고사항에 그치고 있어 계량화가 가능한 방법론의 개발이 필요하다. 대표적인 환경편익인 소음, 공간영향과 대기 오염에 관한 평가체계의 정립이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 기존 국내외 환경비용 절감편익 연구의 내용분석을 바탕으로 능동조향대차 연구의 타당성 분석을 사례로 적절한 평가항목에 관한 연구방향을 제시하고자 한다.

**주요어** : 대차조향, 경제성분석, 환경비용, 비용편익분석

## 1. 서 론

지속가능성과 녹색교통으로 교통SOC에 대한 패러다임이 변하고 있다. 효율성, 친환경성을 강조한 녹색성장은 또한 국가성장전략으로 자리잡고 있다. 국가R&D에서도 대통령직속 녹색성장위원회의 2010년 녹색기술 연구개발 시행계획에 의하면 「저탄소 녹색성장」 비전 선포(08.8) 및 「녹색기술 연구개발 종합대책(08~12)」(09.1.13)의 구체적 실행방안으로서 연도별 추진전략을 범부처적으로 수립하도록 하고 있으며 녹색시장에서 기술 경쟁력을 확보하기 위해 녹색기술 R&D투자 확대와 함께 효율성전략성을 역설하고 있다.

OECD에 따르면 지속가능한 교통체계(sustainable transportation system)는 “공공의 건강과 생태계를 위협하지 않으며 재생 가능한 자원을 재생 가능한 속도 이하로 사용하거나 재생할

수 없는 자원을 재생가능 자원의 개발속도 이하로 사용하여 이동수요를 충족시키는 교통”으로 정의하고 있다. 이는 수요중형(Predict and Provide)전략에 대한 반성에서 출발하여 환경에 대한 가치를 중심으로 자원의 이용과 수요를 고려하여 공급(supply)중심의 전략에서 관리와 수요 중심의 전략을 의미한다.

녹색교통은 지속가능한 교통체계의 개념이 경제적 효율성, 사회적 형평성, 친환경성간의 가치상충을 내포하고 있어 상충의 문제를 친환경성과 효율성이 서로 보완적이고 상쇄적(trade-off) 상관관계로 해석하여 지속발전을 향한 중간 단계로 보는 개념이다. 따라서 철도교통에서도 효율성 중심의 평가항목에서 친환경성과 경제적 효율성의 균형을 평가할 수 있는 체계가 필요하다. 특히 연구개발 사업에서 소음, 진동 등의 개선이 이루어지는 경우의 사업타당성 평가는 새로운 체계가 필요하다.

## 2. 예비타당성 조사

지속가능한 발전을 위해 철도부문의 사회경제적 가치평가도 효율성과 친환경을 고려하는 평가체계가 필요하다. 그러

\*교신저자 : 우송대학교 철도경영학과  
E-mail : jinsun@wsu.ac.kr

<sup>1</sup>한성대학교 정보시스템공학과

<sup>2</sup>한국철도기술연구원

<sup>3</sup>우송대학교 철도경영학과

나 현재의 투자평가지 고려되는 평가항목은 이동성에 기반한 효율성 위주의 항목으로 구성되어 있다. 현재 시행되는 예비타당성조사 및 타당성 평가의 주요 계량화 항목을 보면 차량운행 비용절감 편익, 통행시간 절감편익, 교통사고 감소 편익, 환경비용 절감편익으로 분류된다. 현재의 환경비용 절감편익은 단순히 오염물질별 원단위에 따른 산정에 그치고 있어 최근 녹색성장 및 지속가능한 교통체계의 패러다임에 맞는 사회경제적 평가항목의 도입이 필요하다.

**Table 1** Evaluation criteria for preliminary feasibility study

평가항목	계량화여부	비고	
경제성	통행시간 절감편익	○	
	차량운행비용 절감편익	○	
	교통사고 감소편익	○	
	환경비용 절감편익	○	
	주차비용 절감편익	○	· 도시부 철도사업 국한
균형성	지역 균형발전	순위 지수	· 지역 낙후도 · 지역경제 파급효과 · 추가평가항목(선택적)
	정책성	정책의 일관성 및 추진의지	-
사업추진상의 위험요인		-	· 재원조달 가능성, 환경성, 추가 평가항목(선택적)
사업특수 평가항목		-	· 추가 평가항목(선택적)

1999년부터 2007년까지 수행된 46건의 철도사업에 대한 예비타당성조사 결과의 B/C 분포를 분석한 결과, B/C 값이 1.0을 초과하는 사업이 56.5%인 26건, 0.5초과 1.0이하인 사업이 41.3%인 19건, 그리고 0.5 이하가 1건으로 분석되었다(한국교통연구원, 2009).

**Table 2** B/C variation of railroad-related projects

사업평가 시기	조사건수	B/C 분포		
		0.5이하	0.5초과 1.0이하	1.0초과
1999~2007	46건	1건	19건	26건

철도사업의 경우 경제성 분석에 사용된 편익항목 중에서는 통행시간 절감 편익이 가장 높았다. 2003년~2004년에 수행된 20건의 철도사업에 대한 예비타당성조사 결과 전체 편익에서 통행시간 절감 편익이 차지하는 비중은 평균 58.0%였다(한국개발연구원, 2008).

국내 대도시권의 도로사업을 제외한 교통사업의 B/C는 대부분 1에 미치지 못하고 있는 상황이다. 이는 현행 평가방식이 효율성 위주의 편익항목만을 반영하고, 친환경성 및 사회적 형평성을 반영할 수 있는 방법론은 미미하기 때문이다. 또한 현재 반영되고 있는 효율성 위주의 평가항목의 경우, 그 사회경제적 가치는 저평가되고 있고, 일부 항목의 경우 과거 개발된 방법론을 그대로 사용하고 있어 분석결과에 대한 신뢰성을 저하시키고 있다.

### 3. 환경비용 계량화

철도사업의 대표적인 환경비용인 대기오염비용이나 감소비용은 다음 3단계를 거쳐서 산정된다. 오염물질별 배출계수를 산정, 오염물질 단위당 환경피해비용을 산출 그리고 사업시행으로 인한 오염원별 오염물질 배출량의 변화를 산정하고, 이를 오염물질별 환경피해비용 원단위를 곱하여 화폐가치화한다.

소음비용은 운행시간당 열차 통과대수 등을 바탕으로 소음변화량과 단위 소음당 원단위를 적용한 후 산출한다. 예비타당성조사 표준지침(제5판)의 경우, 유지비용법을 적용하여 단위소음량(1dB) 저감을 위해 필요한 유지관리비용 원단위를 곱해 사업시행으로 인한 소음영향을 화폐가치화하고 있다.

소음가치를 추정하는 방법은 속성가치추정법, 명시선호법 그리고 유지비용법으로 분류할 수 있다. 기초적인 자료의 부족으로 통상적으로 유지비용법이 많이 쓰이는 데 평가가치가 과소추정되는 문제점이 있다. 이외에 세계보건기구(WHO)는 소음 불쾌감(noise annoyance)을 전체 소음 수준 또는 소음 수준의 변화에 의해 야기된 불쾌한 느낌이라고 정의하고 있는데 NATA에서는 소음의 크기를 도로와 철도로 각각 구분하여 산정하고, 소음의 영향을 화폐가치화하기 위해 등가소음도( $L_{Aeq,18hr}(dBA^1)$ )로 환산하는 방법을 사용하고 있다. 사업 미시행/시행시의 소음의 크기 변화에 1dB 소음 감소를 위한 지불용의액(가구년 기준)을 곱하여 화폐가치화하는 방법이다.

**Table 3** Unit cost for noise benefit (2011 base)

(unit: won/dB·year·m)

구분	도시부	지방부	평균
소음가치 원단위	4,245	1,832	2,160

대기오염으로 인한 비용은 인체피해비용, 산성비 등을 통한 구조물 부식비용, 토양오염 및 생태계 훼손비용, 농업 생산성 감소비용 등으로 구성된다. 하지만 이러한 피해는 점진적, 누적적, 비가시적으로 나타나고 피해범위를 한정할 수 없어 화폐가치로 환산하여 측정하기가 매우 어렵다. 우리나라에서 대기오염물질의 사회적 비용에 대해 추정할 연구결

1)음압측정 단위(SPL; Sound Pressure Level)로서, A/B/C의 가중치로 구분.

과는 없는 실정이다. 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 온실가스효과의 대표적 원인이므로 기후변화에 주는 영향을 평가하기 위해 중요하게 다루어지는 대상으로 탄소거래제에 의해 계량화가 용이한 항목이다.

**Table 4** Unit cost for air quality benefit (2011 base)  
(unit: won/kg)

오염물질	CO	HC	NOx	PM	CO <sub>2</sub>
비용	8,942	10,392	10,758	35,124	48.13

주: 1. CO<sub>2</sub>의 대기오염비용 원단위는 『철도청(2003) 철도투자평가편람』. 2. 소비자물가지수를 이용하여 2011년 자료로 보정.  
자료: 한국환경정책평가연구원, 『육상교통수단의 환경성비교분석』, 2002. 12.

**Table 5** Potential cost of carbon (£/ton, 2002 base)

Year	2000	2002	2006	2010	2020	2040	2060
Central Estimate	71.00	73.87	79.96	86.55	105.50	156.77	232.95
Upper Estimate	85.20	88.64	95.95	103.86	126.60	188.12	279.54
Lower Estimate	63.90	66.48	71.96	77.89	94.95	141.09	209.66

참고로 Defra(2007)에 제시된 잠재가격을 제시하였다.

Table 6과 7에서와 같이 EU와 UNEP의 매연 및 오염물질의 사회적 비용은 매우 높은 원단위를 나타낸다.

**Table 6** Social cost of air pollution in EU

구분	사회적 비용 (euro/ton)				
	SO <sub>2</sub>	NOx	PM <sub>2.5</sub>	VOCs	
교외지역	5,200	4,200	14,000	2,100	
도시지역	인구 10만	6,000	-	33,000	-
	인구 50만	인구 10만에 가중치 5.0 적용			
	인구 100만	인구 10만에 가중치 7.5 적용			
	인구 100만 이상	인구 10만에 가중치 15.0 적용			

자료: Mike Holland, Paul Watkiss (2002) Benefit Table Database: Estimate of the marginal external cost of air pollution in Europe.

**Table 7** Social cost of air pollution in UNEP

대기오염물질	UNEP (원/kg)
NOx	8,755
VOC	8,456
CO	7,246

자료: A. Markandya (1998) "Economics of Greenhouse Gas Limitations: the indirect cost and benefits of green house limitations, UNEP.

## 4. 능동조향대차 도입효과 분석

### 4.1 도시철도

도시철도는 2008년 기준으로 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전에서 16개 노선 총 503.9km 운영 중이다. 국내 도시철도의 운용 선로는 도심부를 통과하고 급곡선 비중이 높아 운용차량의 차륜 및 급곡선부 레일의 마모가 심한 상태이다. 서울메트로 운용구간인 1~4호선 구간의 선형 특성을 보면, R500 이하의 급곡선 비율은 1호선 16.0%, 2호선 20.8%, 3호선 23.9%, 4호선 26.18%이다. 특히 2호선의 경우, 곡선반경 500m 이하 급곡선 구간은 선로연장 122.5km 중 25.5km나 되며 특히 R300 이하 10.5km(8.6%), R300~R400 이하 5.0km(4.1%), R400~R500 이하 9.9km(8.1%)로 R500 이하의 급곡선 비율이 높다. 서울도시철도공사 구간인 5~8호선 구간도 R500 이하의 급곡선 비율은 5호선 25.8%, 6호선 17.5%, 7호선 18.5%, 8호선 10.9%로 급곡선 비율이 높다. 5호선의 경우 곡선반경 500m 이하의 구간인 선로연장 113.7km의 29.4km나 되고, 특히 R300 이하 10km(8.8%), R300~R400 이하 10.3km(9.1%), R400~R500 이하 9.1km(8.0%)로 R500 이하의 급곡선 비율이 높다.

도시철도 운용차량의 대부분은 1차 현가계 축상스프링의 중방향 강성이 과대한 상태이다. 이는 직선구간 고속주행 시에는 윤축을 고정하여 안정된 주행 상태를 도모하지만 곡선구간 주행 시에는 차륜과 레일간에 공격각 발생을 유발하여 차륜접촉점에서의 중방향, 횡방향 작용력을 증가시킴으로서 곡선추종 성능을 악화시킨다. 이로 인해 곡선 주행 성능이 미흡한 전동차의 급곡선 비중이 높은 도시철도 운용선로 운

**Table 8** Subway line information of Seoul

구분	길이 (km)	곡선반경(km)			
		총곡선구간 (km)	R<300	300≤ R<400	400≤ R<500
계	277.0	62.4 (22.5%)	26.4 (9.5%)	15.6 (5.6%)	20.4 (7.4%)
1호선	18.6	3.0 (16.0%)	0.6 (3.4%)	0.2 (1.1%)	2.1 (11.6%)
2호선	122.5	25.5 (20.8%)	10.5 (8.6%)	5.0 (4.1%)	9.9 (8.1%)
3호선	71.5	17.1 (23.9%)	7.0 (9.9%)	5.5 (7.7%)	4.5 (6.3%)
4호선	64.4	16.8 (26.1%)	8.2 (12.7%)	4.8 (7.5%)	3.8 (5.9%)
5호선	113.7	29.4 (25.8%)	10 (8.8%)	10.3 (9.1%)	9.1 (8.0%)
6호선	71.5	12.5 (17.5%)	2.9 (4.1%)	5.5 (7.7%)	4.1 (5.7%)
7호선	99.7	18.4 (18.5%)	4.4 (4.4%)	8.2 (8.2%)	5.8 (5.8%)
8호선	42.1	4.6 (10.9%)	3.4 (8.1%)	0.7 (1.7%)	0.5 (1.2%)

용으로 과도한 차륜, 레일 마모가 발생하며 소음, 분진 발생의 요인이 되고 유지비 증가와 차량 가용성을 감소시키는 원인이 되고 있다.

### 4.2 능동조향대차 기술

능동조향대차기술은 고전적 차량 설계의 한계를 극복하고 차량 곡선부 주행성능을 혁신적으로 향상시킬 수 있는 철도 차량 주행장치 기술이다. 차륜/레일간 그림력 및 횡압 저감에 의한 차륜, 레일의 마모, 피로 손상 저감, 구름저항 저감에 의한 에너지 소비 저감, 소음 저감 등의 효과가 있다. 일본 RTRI의 어시스트 조향방식 적용 시제차량 시험 결과, 횡압 약 30% 저감효과가 보고되었고, Bombardier의 스위스연방철도(SBB) 적용 타당성 검토 결과, 차륜 수명 최소 약 25% 연장, 레일 수명 약 2.7배 연장, 소음 4dB 저감, 차량 3ton 경량화, 에너지소모율 1.5% 저감되는 것으로 나타났다. 소음의 경우, 독일 Paderborn 대학의 사례에서 5dB 저감효과가 나타났다. 이외에도 능동제어기술 적용으로 최적의 주행환경 확보와 차량 제작비 및 유지보수비 절감효과가 있는 미래 철도차량 주행장치 원천기술이다.

### 4.3 사업 편익 분석

능동조향기술개발 사업의 타당성을 평가하기 위하여 대표적인 경제성 평가방법인 비용편익 분석(Benefit-Cost Ratio : B/C Ratio)을 하였다. 수익성지수법(Profitability Index Method)이라고도 하며, 개별 대안사업별로 편익을 비용으로 나눈 값이 가장 큰 대안을 선택하는 방법이다. 사업의 비용과 편익은 오랜 시간에 걸쳐 투입되거나 발생하기 때문에 할인율을 적용하여 이를 특정시간(일반적으로 현재 년도)에 발생하는 것으로 환산하여 비교하게 되는데 이를 '현재가치화'라고 한다. 각 사업의 비용-편익비는 현재가치로 환산된 비용과 수입으로 나타내는 것이 일반적이다. 비용-편익비를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{비용-편익비} = \frac{\text{수입의 현재가치}}{\text{비용의 현재가치}}$$

여기서, 수입의 현재가치 =  $\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}$ ,  $B_t$ :  $t$ 년도에 발생할 수입

비용의 현재가치 =  $\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$ ,  $C_t$ :  $t$ 년도에 발생할 비용

단일투자안과 상호 독립적 투자안의 경우는 투자안의 PI가 1보다 크면 투자안을 선택한다.

비용은 연구개발비로 4년간 90억으로 추정되어 2012년부터 22.5억/년 투입이 되는 것으로 하였다.

편익의 경우, 유지보수비용 절감 편익, 소음편익, 분진감소 편익, 차량가용성 증가로 인한 편익으로 나누어 분석하였으며 분석기간은 25년, 할인율은 0.055를 적용하였다. 도시철도차량에 한정하여 분석하였으며 2011년 현재 총 7,473량, 914편성을 사용하였다. 현재 차량당 차륜유지보수비용

은 차륜구입비용과 차륜삭정비용으로 다음과 같다.

$$\frac{\text{차량당차륜총비용}}{\text{내구연한(년)}} = \frac{\text{차륜구입비용} + \text{삭정비용}}{\text{내구연한(년)}} = \frac{32,120,000\text{원} + 37,840,000\text{원}}{25\text{년}} \approx 69,960,000\text{원}$$

차륜구입비용은 :

$$= (\text{내구연한}/\text{차륜수명}) \times \text{차량당 차륜수} \times \text{차륜단가} = (12\text{년} \times 12\text{월}/70\text{월}) \times 8 \times 803,000\text{원}$$

차륜삭정비용은 :

$$= (\text{내구연한}/\text{삭정주기}) \times \text{차량당 차륜수} \times \text{삭정비용} = (12\text{년} \times 12\text{월}/14\text{월}) \times 8 \times 220,000\text{원}$$

차륜마모 30% 개선을 가정할 때 차량당 차륜유지보수비용은 48,664,000원으로 추정할 수 있다. 그러므로 차량당 연간 차륜유지보수비용 편익은 내구연한 25년을 고려하여 852,000원/대/년으로 추정된다. 총 대상 차량은 연도별 대상 차량으로 2016년부터 신규 도입 270량/년이 능동조향대차를 설치하는 것으로 가정하였다.

소음 감소 편익은 Bombardier 능동조향대차차량의 스위스연방철도(SBB) 적용 타당성 검토 결과인 최대 4dB 차내 소음 저감결과를 감안하여 평균 3db 감소로 예상하여 도시철도 총연장 503.9km를 적용하여 산출하였다. 소음감소 편익은 75,853원/년\*km\*db로 철도사업투자평가편람(2001)의 수치를 물가상승률을 고려하여 2011년도 기준으로 적용하였다. 이를 물가상승률 계산하여 2011년 가치 108,066원을 사용하였다. 총 도시철도차량에서 능동조향대차 도입차량의 비율을 적용하여 계산하였다

분진발생량은 18g/대 감소하는 것으로 예측되었다. 차륜 평균삭정(14개월)시 마모량이 4.39g으로 이를 25년간 마모량(g)으로 환산하면:

$$\text{마모체적} \times \text{밀도} = 0.559\text{cm}^3 \times 7.85\text{g/cm}^3 \approx 4.39\text{g}$$

$$\text{삭정시 마모량} \times \text{총삭정회수} = 4.39\text{g} \times (25 \times 12)/14 \approx 94.1\text{g}$$

$$\text{차량당 연간 차륜 마모저감량(g)} \text{은 } 30\% \text{ 저감 가정하여} \\ \text{차륜 연간 마모량} \times \text{차륜 수} \times \text{마모저감율} \\ = 94.1/25\text{g} \times 8 \times 0.3 \approx 9.0\text{g}$$

차량당 연간 차륜, 레일 마모저감량(g)은 레일도 등가 수준 저감 가정하여

$$\text{차량당 연간 차륜 마모저감량} \times 2 = 9.0\text{g} \times 2 \approx 18.0\text{g}$$

분진감소 편익은 2004년 EU의 PM2.5 인구 백만 이상인 경우의 분진관련 사회적 비용을 물가상승률 계산하여 2011년 가치 821,379원/kg을 적용하였다. (2004년 664,754원/kg) 능동조향대차차량적용에 따른 가용성 제고는 서울도시철도공사(SMRT)의 자료를 참조하여 추정하였다. SMRT의 전체 차량수는 1561량(200편성)에 예비율은 12%, 연간 삭정차량(량)은 1561량\*12월/14월(평균삭정주기)로, 환산해보면 1338량으로 이는 약 167편성이다. 실제 2005년 삭정 차량수는

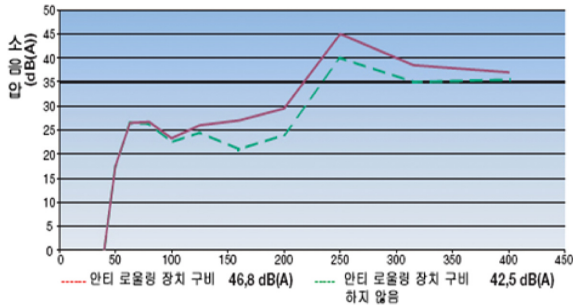
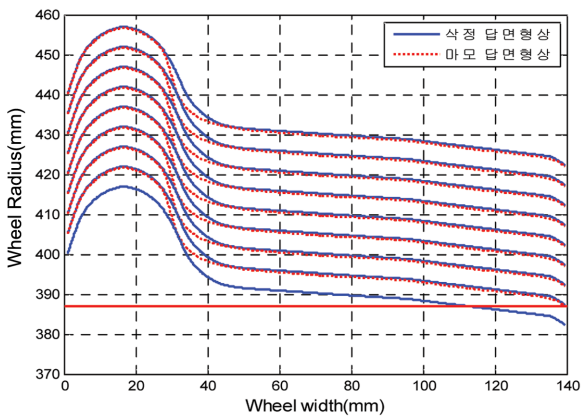
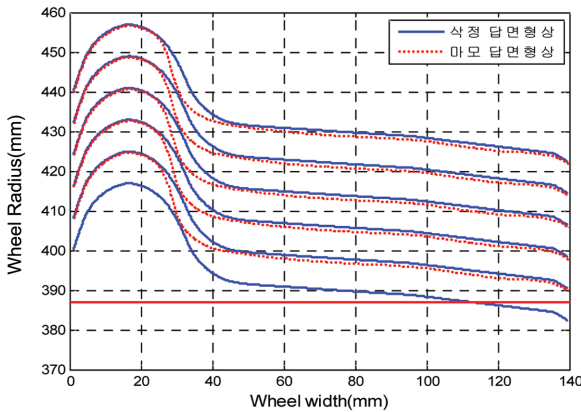


Fig. 1 Noise reduction of Bombardier active steering system



(a) 능동조향기술 적용 시 차륜삭정 회수



(b) 기존 차륜삭정 회수

Fig. 2 Life cycle of rail wheel in active steering system

1,088량으로, 량당 차륜 삭정시간은 8시간(1일)으로, 도시철도 연간 1편성당 평균 운용수입을 적용하면 이는 23.75억으로 계산된다. 연간 차륜삭정으로 운휴되는 차량편성 비율은

$$\frac{\text{연간 차륜삭정으로 운휴되는 차량편성수}}{\text{연간 차량 총편성}} \times 100$$

$$= \frac{1,338\text{편성}}{200\text{편성} \times 365\text{일}} \times 100 \approx 1.83\%$$

차륜마모 30% 개선시 차량 가용성 제고 효과는 연간차륜삭정으로 운휴되는 차량편성비율과 차륜마모 개선효과를 곱

하면 0.55% 효과가 있는 것으로 산정되었다. 이는 매년 270량씩 도입시 가용률 제고에 따른 영업수익이 25년간 1,428억원 정도 발생하는 것을 의미한다.

Table 9 Result of feasibility study

NPV	IRR	B/C
359.73억	12.56%	5.32

결과적으로 유지보수비용 편익 270.56억, 소음감소 편익 6.94억, 분진감소 편익 4.69억, 가용성 편익 160.73억으로 추정되어 B/C 5.32로 경제적 타당성이 있음을 알 수 있다.

## 5. 결론

연구개발 사업에서 이동성의 향상이 아닌 환경성의 향상을 목적으로 하는 사업의 경우 일반적인 경제성 평가를 적용하기에는 곤란한 실정이다. 능동조향대차 사업과 같은 경우를 사례로 소음, 분진, 유지비 감소 편익을 중심으로 경제성 평가결과를 보였다. 지속가능발전과 녹색교통의 패러다임 변화는 향후 타당성평가제도 발전에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 전망된다. 이는 경제성보다는 사회적 형평성, 친환경성을 더욱 강화하는 동시에 개발사업 관련 의사결정의 신속성이 제고될 것으로 기대된다. 타당성평가는 일정한 사회경제적 편익을 위해 시행되는 각종 사업의 비용과 편익을 사전적으로 평가하는 체계화된 제도적 절차로 지속가능한 발전과 녹색교통의 이행을 위한 필수적 도구이다. 하지만 현행 타당성 평가는 경제성 중심으로 이루어지기 때문에 사업으로 인한 광범위한 지속가능발전 파급효과를 분석하는 데 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 지속가능발전 지표를 중심으로 타당성 평가 방법론을 개발하여 패러다임의 변화에 따른 타당성 분석이 가능하도록 하여야 한다. 특히 대기오염 감소에 따른 사회적비용 계량화를 위한 방법론과 원단위에 대한 기초연구가 시급하다고 본다.

## 후 기

한성대학교 교내연구비 지원과제임

## 참고문헌

- [1] Korea Transport Institute (2009) Preliminary study of social economical benefit in transportation sector. 09-06-26.
- [2] Korea Transport Institute (2007) Social and economical benefit of railroad, MOCT.
- [3] H.K. Kim (2008) Sustainable and green transportation in Transportation, 128, pp. 6-12.
- [4] Korea Development Institute (2008) Guideline of Preliminary study in road and railway projects(Rev. 5).
- [5] Korea Environmental Analysis Institute (2002) Environmental analysis of ground transportation.
- [6] Mike Holland, Paul Watkiss, Benefit Table Database (2002)

- Estimate of the marginal external cost of air pollution in Europe.
- [7] Seoul Development Institute (2007) Green Logistics for Seoul.
- [8] A. Markandya (1998) "Economics of Greenhouse Gas Limitations: the indirect cost and benefits of green house limitations, UNEP.
- [9] The United Kingdom Department for Transport (2007) "The NATA Refresh: Reviewing the New Approach to Appraisal".
- [10] UK Department of the Environment (2007) Food and Rural Affairs(Defra), "How to Use the Shadow Price of Carbon in Policy Appraisal".
- [11] Richard Schneider (2010) "Wankkompensaton und aktive Rad-satzstuerung, 'Flexx Tronic' von Bombardier", Eisenbahn-Revue.
- [12] EU, Benefit table database (2004) Estimate of the marginal external cost of air pollution in Europe.
- [13] Richard Schneider, Guenther Himmelstein (2006) "Active Radial Steering and Stability Control with the Mechatronic Bogie", WCRR.
- [14] Yoshihiro Suda, Takefumi Miyamoto (2001) "Active Controlled Rail Vehicles for Improved Curving Performance and Response to Track Irregularity", Vehicle System Dynamics Supplement.
- [15] J.S. Lee, K.T. Kim, J.K. Eom (2009) A Methodology study of Estimating the Benefits of Tilting Train Deployment, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(5), pp. 700-706.

접수일(2012년 1월 15일), 수정일(2012년 2월 2일),  
게재확정일(2012년 2월 17일)