

철도건설의 환경적 가치평가연구

정성봉*

서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도경영정책학과

An Appraisal of Environmental Value of Railroad Construction

Sungbong Chung*

Department of Railroad Management and Policy, Graduate of Railroad, Seoul National University of Science and Technology
(Received 1 May 2011, Revised 12 May 2011, Accepted 13 May 2011)

Abstract

In spite of numerous advantages in railroads such as mass transportation, high reliability, and environmental soundness etc., the value of railroad construction is relatively underestimated compared to road. This is because the current method of evaluation focuses mainly on economic effect. In this study, considering recent research results, the environmental value of railroad construction was assessed by calculating the effect of reduction of emissions and water contamination. With these two benefits, the environmental effect produced by railroads and road construction was calculated and compared to each other using EMME/3. As a result, the scenario 4 which considers 'Hot/Cold start' condition and water contamination had highest benefits. Furthermore, the environmental effect produced by railroad is 55~101% higher than road construction. If the suggested method is used in the current appraisal system, the environment-friendly mode like railway would be highly valued, much more than before.

keywords : EMME/3, Environment-friendly mode, Hot/Cold start, Investment appraisal system, Railroad construction

1. 서론

일반적으로 하천으로 유입되는 오염물질은 점원 오염물질과 비점원 오염물질로 구분된다. 점원 오염물질은 대부분 하수처리장의 방류수 및 미차집 하수 등으로 구성되며 배출특성은 시간별로 차이가 있으나 평균적으로 연간 배출량 변화는 크지 않다. 반면 비점원 오염물질은 강우시 빗물과 함께 유출되기 때문에 일간, 계절간 배출량 변화가 상대적으로 큰 것으로 알려져 있다.

이에 따라 환경부는 주요 비점오염원인 자동차, 건설·산업도장, 농약, 가정용 용제 합성제품 등 15개 배출원을 대상으로 정기적인 배출량 조사를 실시하고 있다. 환경부(2006) 조사에 따르면, 비점오염원의 경우 155종의 화학물질에서 총 162천톤이 발생하여 전 배출량의 77%를 차지하며, 이는 점오염원 배출량의 3.4배에 달한다고 밝혔다. 배출원별로는 자동차가 전체 비중의 19%를 차지하여, 15개 비점오염원 중 건설도장(25%) 다음으로 많은 오염물질을 배출하고 있는 것으로 나타났으며, 지역별로는 자동차와 건설·산업도장에서의 배출량이 많은 경기도가 가장 높은 배출량을 기록한 것으로 조사되었다(환경부, 2006). 이처럼 비점오염원에 의한 수질오염이 날로 심각해짐에 따라 환경부는 비점오염원 관리지역을 지정하여 관리하고 있다.

비점오염원 배출량 분석결과에서도 언급하고 있듯이 도로부에서 발생하는 비점오염물질 배출량이 상당히 높음에도 불구하고 도로건설로 인한 수질오염측면에서의 환경적 영향은 투자평가과정에서 고려되지 않고 있다. 이는 상대적으로 철도와 같은 친환경교통수단의 환경적 가치가 제대로 반영되지 않고 있다는 것과 같은 의미를 가진다고 볼 수 있다.

일반적으로 철도수단의 경우 도로수단에 비해 경제성이 떨어진다고 알려져 있다. 이는 철도의 높은 건설단가와 유지관리비, 도로에 비해 낮은 접근성, 그리고 낮은 속도(도시철도의 경우) 등 철도가 가지는 기본적인 속성으로 인해 발생하는 단점들이다. 하지만, 대량수송, 정시성, 환경적 우수성 등 도로수단에 비해 많은 장점이 존재함에도 불구하고 현 투자평가체계가 경제성 위주로 이루어짐에 따라 도로에 비해 상대적으로 저평가되고 있는 실정이다.

현 투자평가방법에서는 환경오염비용절감원칙으로 환경성에 대한 고려가 되고 있지만, 이러한 환경오염에는 주로 대기오염물질과 온실가스만이 반영되어 있고, 수질오염에 대해서는 반영하고 있지 않다. 이는 도로의 계획, 설계 및 시공과 유지관리에 이르기까지 각종 규정 및 지침에 관한 면밀한 검토를 통하여 환경친화적 개발이 이루어지도록 관련 규정 및 지침의 개정 및 개발이 요구된다고 볼 수 있다(김이형 등, 2007).

이에 본 연구에서는 철도수단이 가지는 환경적인 가치를 평가하기 위해 대기오염 및 수질오염피해 절감효과를 계량

* To whom correspondence should be addressed.
sbchung@seoultech.ac.kr

화하는 방법을 살펴보고, 실제 계획노선에 대한 사례분석을 통해 철도건설로 인한 환경적 효과를 도로건설의 경우와 비교·분석하였다.

2. 연구방법

본 연구는 철도건설과 도로건설이 환경적 부분에 미치는 영향을 대기오염과 수질오염 측면에서 분석하였다. 이를 위해 국토해양부(2009)와 철도시설공단(2010)에서 제시한 편익분석 방법을 준용하고, 국내·외 연구내용을 토대로 자동차에서 배출되는 오염물질의 양을 차량주행주기(driving cycle)를 고려하여 Hot-start와 Cold-start상황으로 구분하여 분석하는 방법을 제시하였다.

또한 본 고에서 제안하는 방법의 적용성 검토를 위해 수도권 북부지역을 대상으로 철도건설과 도로건설 대안을 설정하고, 교통분석 프로그램인 EMME/3를 이용하여 사례분석을 수행한 후 각 대안이 환경에 미치는 영향을 살펴보도록 한다.

2.1. 환경효과 평가방법 설정(대기오염 절감편익)

2.1.1. 현행 지침에서의 편익산정기준

현행 예비타당성 조사지침(한국개발연구원, 2008)과 교통시설 투자평가지침(국토해양부, 2009)에서는 교통수요예측을 통해 계산된 링크별·차종별 교통량에 차종별 통행속도의 배출계수를 적용하여 링크별 배출량을 산정하며, 각 링크별 배출량을 합산하여 전체 배출량을 산정하고 있다.

$$\text{배출량} = \sum_l \sum_{k=1}^3 (VKT_{lk} \times EF_k) \quad (1)$$

여기서, VKT_{lk} = 링크별(l), 차종별(k) 대 - km
 EF_k = 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 배출계수
 k = 차종(1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

또한 대기오염절감편익은 앞에서 제시한 배출계수와 오염물질별 대기오염비용 원단위를 이용하여 대기오염비용을 산출하고, 교통사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화에 오염물질별 대기오염비용 원단위를 곱하여 식 (2)와 같이 산정한다.

$$VOPCS = VOPC_{\text{사업 미시행}} - VOPC_{\text{사업 시행}} \quad (2)$$

여기서, $VOPC = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{lk} \times VT_k \times 365)$
 D_{lk} = 링크별(l), 차종별(k) 대-km
 VT_k = 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 대기오염비용
 k = 차종 (1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

Table 1. Unit cost of air pollution (base year: 2007)

(unit: won/kg)					
Pollutants	CO	HC	NOx	PM	CO ₂
Cost	7,877	9,155	9,477	30,941	42.4

일반적으로 오염물질별 대기오염비용 원단위를 추정하는데 여러 방법이 있을 수 있으나, 현 지침에서는 Table 1과 같이 한국환경정책평가 연구원과 철도청에서 제시된 원단위를 적용하고 있다(철도청, 2003; 한국환경정책평가연구원, 2002).

2.1.2. Hot/Cold start를 고려한 편익산정

일반적으로 차량의 주행주기특성을 고려할 경우, 주행시간에 따른 총 대기오염물질 배출량은 Hot-start와 Cold-start 상태에 따라 서로 상이하기 때문에, 이러한 주행상태를 구분하여 배기가스 산출량을 분석하도록 제시하고 있다(EMEP/EEA, 2009).

본 연구에서는 환경효과를 좀 더 현실적으로 평가하기 위하여 이러한 조사결과를 적용하되, 교통분석 모형을 이용해서 출발지로부터 도착지까지 개별링크 단위로 대기오염물질 배출량을 산출하도록 한다.

Hot/Cold start 상태의 배출량 산정은 Tier 3 방식을 기본적으로 적용하되, 교통분석 모형을 이용함에 있어서 Hot-start emission은 분석영향권내 모든 개별 링크단위의 교통량과 속도 정보를 이용하여 산출하고, Cold-start emission은 경로정보를 이용하여 출발지로부터 Cold-start 상태의 거리까지만 산출한다. 이를 개념적으로 모식화하면 Fig. 1과 같다.

출발지로부터 도착지까지의 통행행태는 통상적으로 Fig. 1에 제시된 바와 같이 단일 도로만을 이용하는 것이 아니라 여러 구간의 도로와 교차로를 지나게 마련이다. 이때 구간별로 통행속도는 서로 상이한데, 국내의 기존의 연구들은 대부분 전체 도로의 평균적인 속도를 가정하거나, 개별 링크 단위의 정보를 이용할 경우에도 Cold-start 구간에 대한 속도를 개별적으로 분석에 적용하지 않음으로써 속도에 따른 배출량 차이를 실질적으로 구현하지 못하였다.

본 연구에서는 Hot-start emission은 개별링크 단위로 분석대상권 전체를 계산하되, Cold-start emission은 Fig. 1 예제에서의 1번, 2번 링크와 3번 링크의 속도자료를 각각 이용하고, 3번 링크는 Cold-start 상태의 연장까지만 계산에 반영함으로써 Cold-start emission에 대한 효과를 반영하고자 하였다.

교통분석모형에서 도출된 결과를 이용하여 영향권내 총 Hot-start emission을 산출하는 식은 식 (3)과 같다.

$$E_{Hot; i,l,k} = \sum_l \sum_{k=1}^3 (D_{l,k} \times e_k) \quad (3)$$

여기서, $D_{l,k}$ = 링크별(l), 차종별(k) 대-km
 e_k = 차종별(k) 해당 링크 주행속도의 km당 대기오염계수
 k = 차종 (1: 승용차, 2: 버스, 3: 화물차)

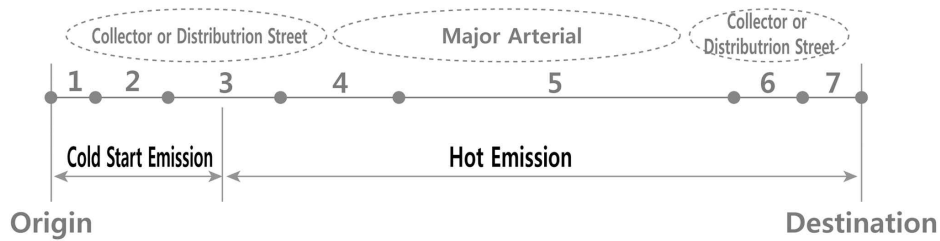


Fig. 1. Concept diagram for Hot/Cold start conditions on links.

Cold-start emission은 기종점 경로정보를 이용하여 Cold-start 상태까지의 링크 연장과 교통량 자료를 이용하여 대기오염물질 배출량을 산출한다. Cold-start 상태의 거리는 β 값을 이용하는데, 이 값은 대기온도와 차량의 주행패턴(평균주행거리, l_{trip})에 영향을 받는다(EMEP/EEA, 2009). 평균주행거리는 각 나라별로 다른데, 8~15 km의 사이값을 가지며, 확실한 값이 존재하지 않을 경우 12.4 km를 적용하도록 하고 있다. 국내의 연구결과 또한 이와 큰 차이를 보이지 않고 있어 본 연구에서도 12.4 km를 기준 값으로 적용하였다(이규진, 2010).

β 값을 산출하는 식은 식 (4)와 같다.

$$0.6474 - 0.02545 * l_{trip} - (0.00974 - 0.000385 * l_{trip}) * t_a \quad (4)$$

여기서, l_{trip} = 차량의 평균주행거리
 t_a = 대기온도

Cold-start 상태일 때 추가적으로 배출하는 양을 산출하기 위한 Cold-start 대기오염물질 배출량 산출계수(e^{Cold} / e^{Hot})_{i,k}는 대기오염물질 종류에 따라 다르며, 대기온도와의 관계를 갖는다(EPA, 2009).

휘발유 승용차 중 기본형식이라 할 수 있는 Pre Euro (Conventional) 차종(재래식 수동제어)과 현재 대부분의 승용차에 장착된 Closed Loop 차종(자동제어)에 대한 Cold-start 대기오염물질 배출량 산출계수는 Table 2와 같다.

교통수요분석은 장래의 교통패턴의 변화를 분석하고 그에 따른 사회적 편익을 산출하여 사업의 타당성을 검토하는 것으로 현재 운행하는 차량의 대부분은 자동제어 방식의 차량임을 감안하여 자동제어 방식으로 분석하였다.

Table 2. Emission coefficient ratio of Hot/Cold start condition

Classification	$(e^{Cold} / e^{Hot})_{i,k}$	
	Pre euro (Conventional)	Closed loop (Automatic Control)
CO	$3.7 - 0.09t_a$	$9.04 - 0.09t_a$
NO_x	$1.14 - 0.006t_a$	$3.66 - 0.006t_a$
VOC	$2.8 - 0.06t_a$	$12.59 - 0.06t_a$
Fuel consumption	$1.47 - 0.009t_a$	$1.47 - 0.009t_a$

2.2. 환경효과 평가방법 설정(수질오염피해 절감편익)

본 장에서는 철도시설공단(2010)의 연구에서 제시하고 있는 수질오염 절감편익 산정 방법에 대해 검토하였다.

자동차 통행에 의한 수질오염피해는 도로에서 유출되는 강우유출수로 인한 위해로 정의할 수 있는데, 철도투자에 따른 자동차 통행 감소로 인한 수질오염피해 절감편익에 대해 다음과 같은 방법으로 효과를 분석하도록 제시하고 있다(철도시설공단, 2010).

$$VNPSWP = VNPSWP_{\text{사업 미시행}} - VNPSWP_{\text{사업 시행}} \quad (5)$$

$$= WSU \times WSC \times RS \times 365 \times \left(\frac{BRT - ART}{BRT} \right)$$

여기서, WSU = 수질오염물질 배출 원단위(kg/km²/일)
 WSC = 수질오염피해 비용 원단위
 RS = 총 도로면적(km²)
 BRT = 사업 시행 전 도로교통량(대·km)
 ART = 사업 시행 후 도로교통량(대·km)

일반적으로 수질오염물질 배출 원단위를 추정하는 데 여러 방법이 있을 수 있으나, 현 철도투자평가편람에서는 Table 3과 같이 국립환경과학원(2005)에서 제시된 원단위를 적용하고 있다.

Table 3. Emission unit of water pollutants from road (unit: kg/km²/day)

BOD	SS	T-N	T-P	Total
154.70	412.22	14.30	1.65	582.87

수질오염물질 배출 원단위는 4종류 수질오염물질(BOD, SS, T-N, T-P)의 배출량의 합인 582.87 kg/km²/일로 설정하고, 수질오염피해 비용 원단위는 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에서 규정한 ‘오염총량초과부담금’에 근거 2010년은 5,300 원/kg, 2010년 이후는 전년도 원단위에 1.1을 곱한 값을 적용하게 된다.

식 (5)에서 총 도로면적은 고속국도, 일반국도, 지방도, 특별·광역시도, 시·군도 등 모든 도로를 포함하여 합산하고 도로교통량 변화비율은 철도사업 시행 후 도로교통량 변화량을 시행 전 도로교통량으로 나누어 계산한다. 또한, 자동차통행에 의한 수질오염물질 배출은 철도사업으로 도로교통량이 감소하는 비율만큼 감소하게 된다.

2.3. 사례분석 대상지역 설정

앞 절에서 제시한 방법론을 토대로 실제 사례에 적용하여 환경비용 절감편익을 산출하고, 기존의 방법론과의 편익 차이를 분석하도록 한다.

분석과정에서 버스나 트럭은 시동을 장시간 정지하지 않고 운행하기 때문에 Cold-start 상태에서의 대기오염물질 배출량은 없다고 가정하고 승용차의 Cold-start 상태에서 발생하는 대기오염물질 배출량을 산출하였다.

적용 사례는 Table 4에서 제시한 바와 같이 수도권 지역의 연장 20.79 km 단선전철 건설사업을 대상으로하였다. 또한 도로사업건설로 인한 효과분석을 위해 해당지역에 철도건설과

같은 선형으로 일반국도(왕복4차로)가 건설되는 대안을 가정하여 2가지 대안에 대한 사례분석을 수행하도록 한다.

2.4. 분석 시나리오 설정

사례분석 대상에 대하여 Table 5와 같이 기존의 철도를 건설할 때와 같은 구간에 도로를 건설할 때를 구분하고, 환경비용 절감편익에 대하여 기존 편익 산정 시, 수질오염 피해 절감편익 반영 시, Hot/Cold start를 고려한 대기오염 절감편익 반영 시, 그리고 수질오염피해 절감편익과 Hot/Cold start를 고려한 대기오염 절감편익을 동시에 반영할 경우에 대한 총 8가지 시나리오를 구성하였다.

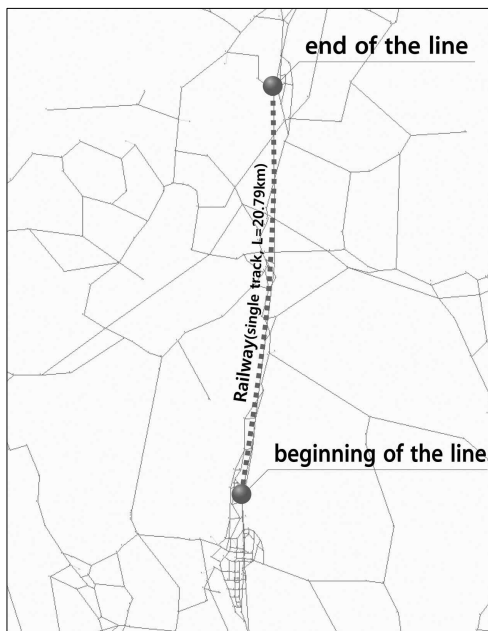
2.4.1. 시나리오 분석의 전제

각 대안별 시나리오별 환경비용 절감편익을 산출하기 위해 먼저 사업 미시행시, 철도사업 시행시, 도로사업 시행시에 대한 교통수요분석을 수행하였다.

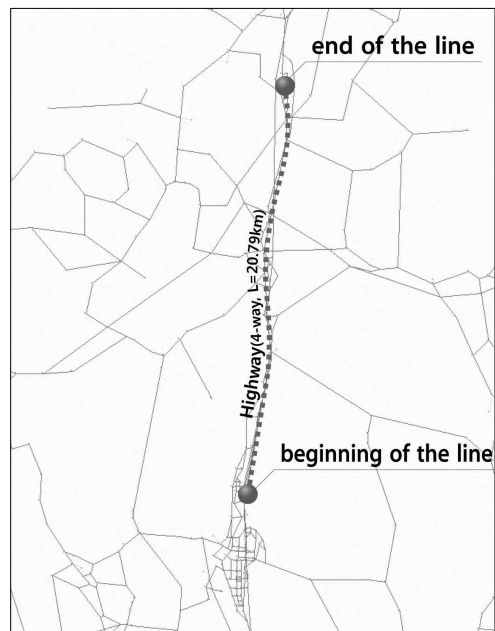
교통수요분석은 전통적 4단계 교통수요분석 방법을 준용하였으며, 분석년도는 공용개시년도(개통년도)인 2017년으로

Table 4. Project and period for case study

Classification	Description
Project name	Metropolitan single-rail construction project
Length	20.79km
Construction period	2011 ~ 2016
Base year	2010 year



(a) Railroad construction



(b) Road construction

Fig. 2. Alternatives of case study.

Table 5. Scenarios for case study

Alternatives	Scenario	Description
Railway construction	Scenario 1	Current criteria (Hot-start)
	Scenario 2	Current criteria + Water contamination reduction benefit
	Scenario 3	Current criteria + Air pollution reduction benefit (Hot/Cold start)
	Scenario 4	Current criteria + Water contamination reduction benefit + Air pollution reduction benefit (Hot/Cold Start)
Road construction	Scenario 1	Current criteria (Hot-start)
	Scenario 2	Current criteria + Water contamination reduction benefit
	Scenario 3	Current criteria + Air pollution reduction benefit (Hot/Cold start)
	Scenario 4	Current criteria + Water contamination reduction benefit + Air pollution reduction benefit (Hot/Cold start)

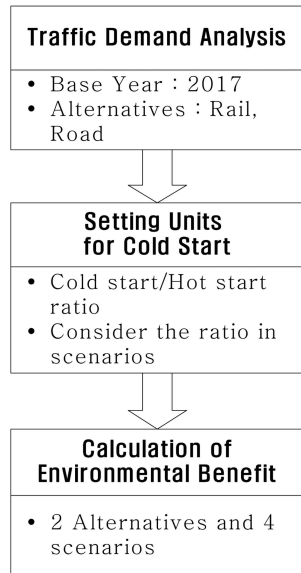


Fig. 3. Analysis procedure for case study.

설정하였다. 분석을 위한 기초자료는 서울수도권 교통본부에서 제공하는 O/D와 네트워크를 활용하였으며, 한국개발연구원(2008)에서 제공하는 지침을 준용하여 모형검증을 수행한 후 분석에 임하였다.

교통수요분석은 국내 교통수요분석에 주로 활용되는 패키지 프로그램인 EMME/3를 이용하였는데, Cold-start를 분석하기 위해 ‘path analysis’의 ‘cutoff 기능’을 사용하여 링크연장을 구분하였다(INRO, 2010).

EMME/3에서 분석된 결과를 토대로 링크별 승용차, 버스, 트럭의 교통량 및 링크 관련 정보를 추출하여 각 대안별 시나리오별 환경비용 절감편익을 산출하였다.

2.4.2. Cold start 상태에서의 원단위 산정

본 연구에서 제시한 Cold-start 상태의 대기오염물질 배출량 산정을 위하여 대기온도는 우리나라의 평균기온인 12.5°C, 주행거리는 12.4 km를 적용하였으며, 그 결과 β값

Table 6. Emission ratio of hot-start and cold-start

Classification	Cold-start ratio
CO	8.93
NOx	3.59
VOC (HC)	11.84
Fuel consumption (CO ₂)	1.36

Table 7. Air pollution cost of passenger car by speed

(unit : won/km)

Speed	CO	NOx	HC	PM	CO ₂	Total
10	244.12	27.79	71.98	0.00	6.13	350.02
20	107.74	15.94	24.73	0.00	4.15	152.56
30	66.76	11.52	13.30	0.00	3.30	94.88
40	47.48	9.15	8.46	0.00	2.81	67.90
50	36.49	7.64	6.04	0.00	2.48	52.65
60	29.49	6.58	4.51	0.00	2.23	42.81
70	24.56	5.82	3.52	0.00	2.05	35.95
80	20.99	5.23	2.97	0.00	1.90	31.09
90	18.28	4.76	2.42	0.00	1.78	27.24
100	16.07	4.39	2.09	0.00	1.68	24.23

은 0.269745, 대기오염물질 배출량 산출계수는 Table 6과 같이 제어 형식에 따라 증가율을 산출하였다.

산출된 계수를 적용하여 예비타당성 조사지침(제5판)에서 제시하고 있는 승용차 속도별 대기오염비용을 보정한 결과 Table 7과 같이 계산되었다.

3. 결과 및 고찰

교통수요분석 결과 Fig. 4와 같이 영향권내 사업 시행에 따라 영향권내 통행패턴이 일부 변화하였으며, 영향권내 평균 통행속도는 미시행시 25.18 km/h에서 시행시 25.21 km/h로 속도 변화는 거의 없는 것으로 분석되었다. 환경비용 절감편익 산출의 기초자료가 되는 영향권내 총 대-km는 Table 8과 같이 분석되었다.

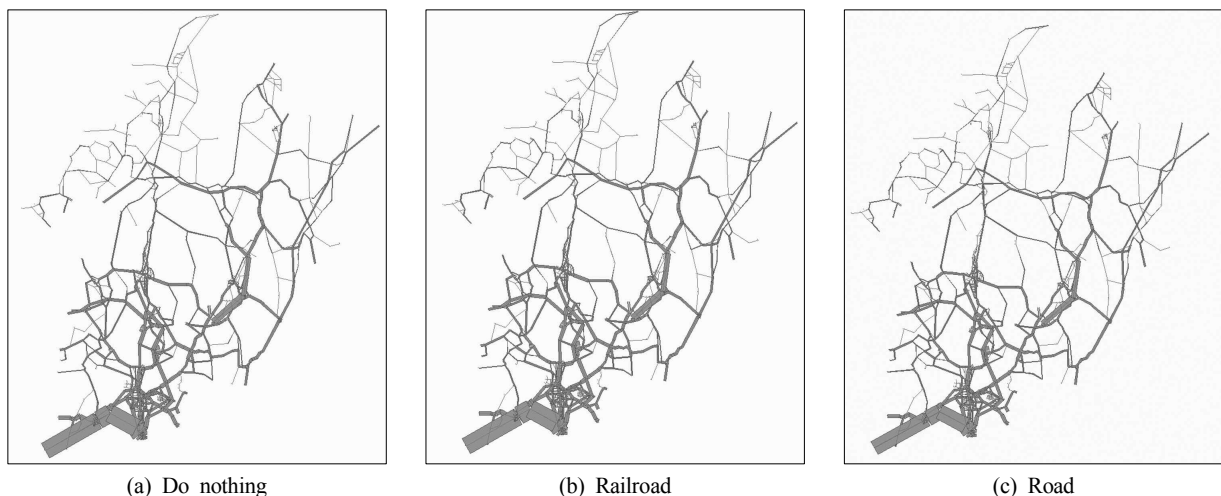


Fig. 4. Traffic volume of alternatives.

Table 8. Changes of total vehicle-km in impact area

(unit: veh-km)

	Do nothing (A)	Do action (B)	Difference (B-A)	Ratio ((B-A)/A)
Railway	16,144,834	16,043,575	▼101,259	▼0.63%
Road		16,160,007	▲15,172	▲0.01%

교통수요분석 결과를 토대로 환경비용 절감편익을 산출한 결과 Table 9에서 볼 수 있듯이 철도건설대안의 경우 15.16~23.43억원/년, 그리고 도로건설시에는 9.36~13.28억원/년으로 산출되어 철도가 도로에 비해 5.80~10.58억원/년 정도 높은 편익이 발생하는 것으로 나타났다. 또한 도로건설 대안 대비 철도건설 대안의 편익 차이는 시나리오에 따라 약 55~101.45%로 나타나 도로건설에 비해 철도건설로 인한 환경적 가치가 높은 것으로 분석되었다.

도로 건설시보다 철도 건설시 편익이 더 많은 이유는 도로는 수단전환이 거의 없는 반면, 철도는 도로이용자로부터 수단이 전환되어 Table 8에서 제시한 바와 같이 ‘대-km’가 감소하여 시행 시 환경비용이 감소하였기 때문으로 분석되었다.

4. 결론

철도수단의 대량수송, 정시성, 환경적 우수성 등 도로수단에 비해 많은 장점이 존재함에도 불구하고 현 투자평가 체계가 경제성 위주로 이루어짐에 따라 도로에 비해 상대적으로 저평가되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 철도수단이 가지는 환경적인 가치를 평가하기 위해 대기오염 및 수질오염피해절감 효과를 최근 연구성과를 이용하여 계량화하는 방안을 제시하였다. 이러한 방법론을 감안하여 동일 사이트에 철도건설과 도로건설 대안을 바탕으로 4가지 환경편익반영 시나리오를 가정하여 두 건설대안의 환경적 효과를 비교하였다. 분석결과 Hot/Cold start 주행상태를 구분하고, 수질오염피해절감편익을 고려한 시나리오4가 가장 높은 편익을 보여주었으며, 철도건설 시 환경적 효과는 도로

건설에 비해 약 55~101%가 높은 것으로 나타났다.

하지만 현 투자평가 방법하에서는 이러한 환경적 효과를 단순히 화폐가치화시켜 경제성 분석에만 포함시키고 있어 철도사업이 가지는 환경적 가치를 제대로 평가하지 못하고 있다.

최근 교통부문에 있어서의 환경적 가치에 대한 재평가가 지속적으로 이루어지고 있는데, 본 절에서는 이러한 철도사업의 환경적 가치를 합리적으로 평가하기 위한 정책방안을 제시하고자 한다.

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에서는 비점오염원 관리지역을 지정하여 적절한 대책을 수립하도록 규정하고 있다. 하지만 이러한 관리대책 및 방안의 경우 도로부문에 대한 비점오염원 발생비중이 2번째로 높음에도 불구하고 적절한 대안이 마련되어 있지 않고 있다.

미국의 경우 1969년에 NEPA(National Environmental Policy Acts) Process를 도입하여 환경적으로 부정적인 영향을 미치는 모든 사업에 대해서 환경영향분석을 하도록 제시하고 있다(U.S., 1969). 물론 교통부문의 사업 또한 이러한 NEPA process를 통과한 사업만이 시행된다. 이러한 환경적 영향을 고려한 교통투자에 대한 의사결정은 독일도 비슷한 방법으로 이루어진다. 즉 환경위험도평가(ERA, Environmental Risk Assessment)를 통해 해당 사업의 환경적 위험성을 평가하여 사업의 추진여부를 결정하고 있다(BMVBS, 2003).

이처럼 우리나라의 경우 또한 이러한 대기 및 수질오염으로 인해 피해가 심각하게 발생할 수 있는 지역에 대해서는 이러한 환경적 측면을 고려한 평가체계가 마련되어야 할 것이다. 한국환경정책평가연구원(2009)에서는 비점오염원 관리지역 확대방안에 대한 논의가 지속적으로 이루어지고 있는데, 인구 100만 이상의 서울특별시와 6대광역시 및 수원시에 대해 비점오염원 기여율을 분석하여 비점오염원 관리지역 지정 우선도시로 수원시를, 우선권역 분석 대상도시로 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 수원시를 설정하였다.

또한 환경부(2003)에 의하면 저감시설선정을 위한 단계별

Table 9. Environmental benefits by alternatives and scenarios (base year: 2017)

(unit: million won/year)

Classification		Air pollution reduction benefit	Water contamination reduction benefit	Current environmental benefit	Total
Railway construction (A)	Scenario 1	-	-	1,516	1,516
	Scenario 2	-	285	1,516	1,801
	Scenario 3	542	-	1,516	2,058
	Scenario 4	542	285	1,516	2,343
Road construction (B)	Scenario 1	-	-	936	936
	Scenario 2	-	-43	936	894
	Scenario 3	392	-	936	1,328
	Scenario 4	392	-43	936	1,285
Ratio ((A-B)/B)	Scenario 1	/			61.97%
	Scenario 2				101.45%
	Scenario 3				54.97%
	Scenario 4				82.33%

고려사항을 제시하고 있는데, 주요 고려사항으로 토지이용, 물리적 타당성, 지역사회 및 환경요소 등을 제시하고 있다. 특히 인구 100만 이상의 도시지역에 대해서는 9가지 저감 방안을 제시하고 있는데, 이 중 교통부문에 해당되는 내용으로 주차시설관리, 건설사업, 도로정비 등을 제시하였다.

이처럼 최근 환경부뿐만 아니라 교통부문에서도 교통시설에 대한 환경적 영향에 대한 관심이 증가하고 있는데, 두 부문에서 이루어지고 있는 관심을 효과적으로 시행에 옮기기 위해서는 환경생태학적으로 중요한 지역, 수자원 보호구역, 비점오염원 관리지역 등을 통과하는 교통사업에 대해서는 환경성 평가결과를 타당성 분석결과에 반영하여 의사결정을 하는 방법론 개발이 필요하다.

현재 예비타당성 조사제도의 경우 분석적 계층화법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 이용하여 경제성외에 정책적 분석 및 지역균형발전 항목을 의사결정과정에서 고려하고 있다. 하지만 환경적인 부분의 경우 제3계층에 위치하고 있어 의사결정과정에 거의 영향을 미치지 못한다고 볼 수 있다. 과거 지역균형발전의 경우 제2계층에 속해있었지만, 지역형평성이 강조되면서 제1계층에 위치하게 되었듯이 환경성 또한 제3계층에서 제2계층 또는 제1계층으로 조정이 되어야 할 것이다. 또한 AHP 등 종합평가 과정에 환경영향에 대한 고려를 위해서는 환경적 측면에서의 효과를 정량화 또는 계량화할 수 있는 방법론이 개발되어야 할 것이다. 물론 영국과 같이 점수(Scoring)척도를 개발하여 환경적 위해성을 평가할 수 있을 것이며, 이는 현 투자평가체계에 맞는 형태로 반영될 수 있을 것이다.

지금 전세계적으로 친환경 지속가능 발전으로 정책방향을 전환하고 있다. 우리나라 또한 최근 들어 이러한 정책 패러다임을 강조하고 있으나, 실제 교통부문의 투자평가방

법에서는 큰 개선이 없는 실정이다.

향후 본 연구에서 검토한 바와 같이 경제성만으로는 친환경교통수단의 가치를 제대로 평가할 수 없기 때문에 환경적인 측면의 평가항목발굴이 지속적으로 이루어져야 하며, 이를 합리적으로 평가할 수 있는 평가체계 또한 개선되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

국립환경과학원(2005). *이동오염원의 유해대기오염물질(HAPs) 배출계수 산정연구(II)*.

국토해양부(2009). *교통시설 투자평가지침(제3판)*.

김이형, 이은주, 이소형, 안우영(2007). 도로 비점오염원 관리를 위한 기초 연구 및 지침개발. *수질보전 한국물환경학회지*, **23**(4), pp. 423-428.

이규진(2010). 교통정책 의사결정지원을 위한 대기진 평가 프레임워크 개발. 박사학위논문, 아주대학교.

철도시설공단(2010). *철도투자평가편람 전면개정 연구*.

철도청(2003). *철도투자 평가편람*.

한국개발연구원(2008). *도로·철도 부문 사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)*.

한국환경정책평가연구원(2002). *육상교통수단의 환경성비교 분석*.

환경부(2003). *비점오염관리를 위한 강우유출수 관리 매뉴얼*.

환경부(2006). *제2차(2006년도) 비점오염원 화학물질 배출량 조사결과*.

BMVBS (2003). Federal Transport Infrastructure Plan 2003.

EMEP/EEA (2009). Emission Inventory Guidebook.

EPA (Environmental Protection Agency) (2009). MOBILE6 On-Road Motor Vehicle Emission Model.

INRO (2010). EMME Prompt Manual Beta Release 3.3.

U.S. (1969). National Environmental Policy Act of 1969.