

연구논문

철도사업 환경영향평가와 환경관리(I)

이현우* · 이영준 · 박영민 · 이정호 · 윤미경

한국환경정책·평가연구원 환경영향평가부
(2004년 10월 29일 접수, 2004년 12월 6일 승인)

Environmental Impact Assessment and Environmental Management of Railways (I)

Lee, Hyun-Woo* · Lee, Young-Joon · Park, Young Min · Lee, Jeongho · Yoon, Mikyung

EIA Division, Korea Environment Institute

(Manuscript received 29 October 2004; accepted 6 December 2004)

Abstract

After the Rio declaration on environment and development in 1992, developed countries are undertaking "environmentally sustainable transportation (EST)" projects. To meet the needs for EST, current transportation policies in Korea are rapidly reforming and one of its concerns is modernizing and upgrading railway freight system. Planning new railroad construction projects is increasing and subsequent environmental impact assessment (EIA) demands improvements, especially in both the EIA and decision making systems.

In this paper, we discuss the present status of EIA for railroad construction projects, especially, by analyzing the EIA documents for the last six years. The EIA for railroad construction projects accounts for only 4.9% of total 918 project EIAs during 1998-2003, and the portion is gradually increasing. Major environmental concerns for EIA in railroad construction projects were geomorphological and ecological changes, protection of rare organisms, air pollution, water pollution, waste management, and noise, etc. We compared characteristics of environmental impacts of railroad construction with those of vehicle road construction, based on environmental and construction-planning indicators appeared in Environmental Impact Statements. Railroad construction usually requires longer tunnels and bridges for a given length than those for vehicle road construction. In addition, the amounts of geomorphological

and ecological changes (road-cutting, embankment, devegetation, etc.) in railroad construction were generally less than 50% of those in vehicle road construction.

To develop environmentally friendly railway systems, monitoring studies for environmental impacts of railroads such as habitat fragmentation and road kills, dispersal of alien plants, tunnelling effects on groundwater and vegetation, and noise impacts are highly recommended.

Key words : environmental impact assessment, environmental management, railway construction, road construction, environmental indicator

I. 서론

1992년 리우환경회의가 개최된 이후 선진국들은 에너지소비, 기후변화, 대기오염의 심각성을 인식하면서 화석연료 소비의 비중을 줄이려는 방안으로 '환경적으로 지속가능한 교통' 프로젝트를 진행하고 있다. 환경적으로 지속가능한 교통에서는 대기오염, 이산화탄소, 소음, 토지이용 등에서 저감목표를 세우고 이를 달성할 수 있도록 요구하고 있으며, 그 정책수단으로서 지금과 같은 자동차 위주의 교통체계를 대중교통으로 수요를 전환하고 자동차 사용을 억제하며 교통수단간의 수요분담율을 개선하는 등의 방향으로 교통과 환경정책이 변화하고 있다(이성원, 2002; 전일수 등, 2001; 홍갑선, 2002).

국내의 경우 육상교통은 90%이상을 도로에 의존하고 있으나 이미 수용능력의 한계에 달하여 환경훼손은 물론 교통의 사회적 비용이 계속 증가하고 있으며, 이를 해결하기 위하여 자동차 위주의 교통체계를 보다 효율적이며 경제성있는 교통체계로 전환하기 위한 정책들이 도입되고 있다. 특히 철도는 광역·대량·고속 수송, 안정성, 정시성, 경제성, 에너지효율성 및 환경친화성 등에서 우수한 장점이 있어 빈약한 철도시설을 개선하고 철도의 수송분담율을 높이기 위한 정책적 관심과 경제적 투자가 가속화되고 있다(김준순 등, 2002; 서선덕 등, 2001; 이성원, 2002).

환경영향평가는 연도별 120~180건 정도의 사업을 대상으로 시행되어 왔으며, 이들 중 단위사

업으로는 도로건설사업이 가장 많은 수(연도별 32~42%)를 차지한다. 이에 비하여 철도건설사업은 1998~2003년 사이의 전체사업건수(918건) 중 4.9%를 차지하고 있어 도로사업에 비해 상대적으로 비중이 낮은 편이다. 그러나 최근 철도사업은 교통정책에 대한 정책적 재조명과 맞물려 신규 및 추진중인 사업의 숫자나 규모, 예산 등에서 크게 증가할 것으로 예상되고 있다(이영준 등, 2004). 이러한 투자정책에 따라 도로건설사업에 비교하여 철도의 건설과 운영이 환경에 미치는 영향에 대한 연구의 필요성도 함께 부각되고 있는 상황이다.

국외의 경우 철도건설사업의 환경영향 전반에 걸쳐 연구한 자료로서는 Carpenter(1994), BMZ(1996), US EPA(1999) 등이 있으나, 국내에서는 이러한 종합적 연구는 이제 시작단계에 있다(이영준 등, 2004). 또한 현재 우리나라에서 철도환경 부문에 대한 연구는 친환경철도소재개발, 통합관리시스템개발 등 Eco-Rail기술과 같이 철도전문가에 의한 것이 주류를 이루고 있으며, 환경전문가의 시각에서 철도건설사업의 환경영향에 관해 연구한 사례는 매우 부족한 형편이다. 육상교통이자 선행사업이라는 점에서 철도와 유사한 도로건설사업에 대해서는 환경친화적 도로설계기법 연구(건설교통부, 2002), 생태통로 설계(환경부, 2003; 한국도로공사, 2003) 등 노선의 선정과 설계, 시공, 관리에 이르기까지 환경영향을 두루 고려할 수 있도록 연구가 심도있게 진행되고 있는데 비해, 철도건설사업에 대해서는 운영시 소음

저감, 오염지역의 복원 등의 환경관리 수준에서 크게 벗어나지 못하고 있어 향후 다양한 분야에서 연구성과의 축적과 활용이 기대되고 있다.

따라서 본 연구에서는 철도건설사업이 환경에 미치는 영향을 파악하기 위하여 대체교통수단인 도로건설사업의 환경영향과 비교 분석함으로써 향후 철도건설사업의 환경영향평가에 대한 개선 방향과 전망을 논의하고자 한다.

II. 연구범위 및 방법

철도와 도로 건설사업간 항목별 환경영향을 간접적으로 비교할 수 있는 방법으로서 한국환경정책·평가연구원에서 제시한 환경영향평가서(초안, 본안, 보완)의 검토의견을 분석하였다. 철도에 대해서는 1997년에서 2003년까지 45개 사업에 대한 총 2,776개 검토의견을 통합하여 처리하였으며, 도로에 대해서는 건설교통부(2002)의 자료에 따랐다.

또한 본 연구를 위하여 철도, 고속도로, 국도(국도대체우회도로도 포함) 등의 건설사업에 대한 환경영향평가서(본안)를 조사하였다. 조사대상 개별사업의 선정시 철도와 도로사업간 노반폭원에 따른 환경영향 차이를 최소화할 수 있도록 복선철도 및 4차로 규모의 고속도로·국도사업을 연구대상으로 정하였다. 다만, 철도사업 중에서 도로사업과 비교하기 곤란한 차량기지·전동차사무소 등 면적사업과 훼손지역이 거의 없는 지하철 사업은 제외하였다. 본 연구의 지표로서는 각 사업별 환경영향평가서에 수록된 구조물 설치계획(터널과 교량의 수, 길이 등), 생태계에 대한 영향예측(절·성토량, 식생훼손면적, 자연림훼손면적, 훼손수목량 등), 소음저감시설계획(가설방음판넬 및 방음벽 등의 방음시설 규모) 등을 정하였다.

상기 조건을 모두 만족하는 사업으로서 철도의 경우 1997~2003년간 45개 사업들 중 21개 사업,

고속도로의 경우 2000~2003년간 16개 사업들 중 10개 사업, 국도의 경우 2000~2003년간 38개 사업들 중 17개 사업을 선정하였다(표 1). 조사된 자료를 이용하여 사업별 지표조사 자료의 평균 및 분산 등을 분석하였으며, 사업별로 자세한 분석 자료는 이영준 등(2004)에 수록되어 있다. 또한 철도, 고속도로 및 국도 사업간 지표조사 자료의 분포양상을 파악하기 위하여 분산분석(ANOVA)에 따라 $p < 0.05$ 및 $p < 0.01$ 에서 유의성을 검증하였으며 각 지표별로 Box Plot 그림을 작성하였다. Box Plot 그림에서 줄로 표시한 영역은 10~90% 백분율 구간으로서 10%미만과 90%이상에 놓인 사업은 제외해 표시하였으며, Box 표시영역은 25~75% 백분율 구간으로서 Box를 가로지르는 선은 중간값(50% 지점)을 나타낸다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 에너지 효율과 사회적 비용 측면의 환경영향

교통수단의 환경영향으로는 일반적으로 교통의 이용과정에서 발생하는 환경영향을 주로 다루고 있다. 대표적으로는 대기오염, 온실가스효과, 교통소음으로 인한 환경영향을 들 수 있으며, 이들의 환경영향을 분석하는 데는 에너지 효율과 사회적 비용을 연구하게 된다.

에너지 이용을 줄일 수 있다면 대기오염과 온실가스효과 역시 상당부분 감소시킬 수 있기 때문에 환경영향을 비교하는 데 있어 에너지 효율성에 대한 평가는 상당한 의미가 있다. 산업자원부의 에너지통계연보 2001년 자료(표 2)에 의하면 단위수송량에 근거하여 여객수송에서 택시의 에너지 소비는 철도의 약 16배, 버스의 약 3배에 이르며, 화물수송에 있어 도로의 에너지 소비량은 철도의 약 16배 정도에 이르는 것으로 산출된다. 버스의 단위수송량당 에너지소모량은 철도보

표 1. 지표조사 자료로 이용된 환경영향평가서 목록

구분	사업명(총연장, 평가서 발간 연도)
철도	강릉역 이설사업(7.24km, 2002), 경부고속철도 대구연결선(신동) 건설사업(3.53km, 1999), 경부고속철도 대전남부연결선(옥천) 건설사업(4.58km, 1999), 경부선 경산-청도간 선로개량사업(9.19km, 2000), 경부선 대전-옥천간 선로개량사업(5.63km, 1999), 경부선 옥천-지탄간 및 황간-추풍령간 선형개량사업(7.72km, 2003), 경부선 청도-삼랑진간 선로개량사업(10.89km, 1999), 경원선 월계-녹천간 철도이설사업(1.46km, 2002), 동해남부선 일광-울산 복선전철 건설사업(36.75km, 1999), 양산 ICD인입철도 건설사업(3.9km, 1999), 영동선 동백산-도계간 철도이설사업(17.77km, 2000), 전라선 동순천-광양간 복선화사업(23.25km, 2003), 전라선 산성-주생간 복선화사업(9.29km, 1999), 전라선 석산-여천간 철도개량사업(23.52km, 2003), 전라선 여천-여수간 철도개량사업(10.28km, 2003), 중앙선 덕소-용문간 복선화사업(41.54km, 1999), 중앙선 용문-간현간 복선전철 건설사업(28.41km, 1999), 중앙선 제천-도담간 복선전철 건설사업(15.87km, 2002), 중앙선 판대-남원주간 복선전철 건설사업(10.26km, 2003), 호남권 내륙화물기지 인입철도 건설사업(3.75km, 2001), 호남선 신도-개태사간 선형개량사업(5.60km, 2003)
고속도로	고창-담양간 고속도로(고창-장성) 건설사업(17.10km, 2002), 기계-신항만 고속도로 건설사업(24.17km, 2001), 목포-광양간 고속도로(보성-광양) 건설사업(31.31km, 2003), 무안-광주간 고속도로 건설사업(41.62km, 2001), 서울-춘천간 고속도로 건설사업 민간투자(62.1km, 2003), 전주-광양간 고속도로(전주-임실) 건설사업(37.38km, 2003), 전주-광양간 고속도로(임실-구례) 건설사업(38.68km, 2003), 전주-광양간 고속도로(구례-순천) 건설사업(41.2km, 2003), 중부내륙 고속도로(여주-양평) 건설사업(13.8km, 2002), 평택-음성간 고속도로(안성-음성) 건설사업(31.34km, 2001)
국도	거제시관내 국도대체우회도로(신현-일운) 건설공사(15.16km, 2002), 고령-성주간 국도4차로 건설공사(31.69km, 2003), 구미시관내 국도대체우회도로(구포-덕산) 건설공사(14.28km, 2003), 김제시관내 국도대체우회도로(홍사-연정) 건설공사(10.26km, 2003), 대산-석문간 도로건설사업(13.85km, 2003), 마산시관내 국도대체우회도로(우산-귀곡) 건설공사(8.2km, 2003), 목포시관내 국도대체우회도로(삼향-삼호) 건설공사(14.5km, 2002), 무주안성 우회도로 건설사업(5.93km, 2002), 벌교-주암간 도로건설공사(27.59km, 2003), 상주시관내 국도대체우회도로(헌신-사벌) 건설공사(8.80km, 2000), 안산시관내 국도대체우회도로(매송-안산) 건설공사(8.4km, 2003), 온산-두왕간 국도4차로 건설공사(6.5km, 2003), 전주시 국도대체우회도로(용정-춘포) 건설공사(7.6km, 2001), 국도79호선(진동-마산) 4차로 건설공사(7.99km, 2003), 철원서면 우회도로 건설공사(6.9km, 2003), 청주내덕-청원북일 도로건설공사(13.4km, 2003), 하동-완사간 국도4차로 건설공사(14.73km, 2003)

다 약 6배 가까이 높게 나타나며, 따라서 다른 교통수단에 비해 철도의 에너지 효율성이 높음을 알 수 있다(표 2).

단위수송량을 기준으로 철도와 도로교통의 환경비용(김준순 등, 2002; 표 3)을 살펴보면, 여객

의 경우 대기오염비용은 도로에서 15.2원/인·km, 철도는 5.5원/인·km로 같은 양의 여객을 수송하더라도 도로에서 대기오염으로 인한 비용이 약 2.8배 많이 발생하며, 온실가스비용 역시 도로는 8.0원/인·km, 철도는 3.2원/인·km로서 도로에서 약 2.5배 더 많이 발생하고 있다. 화물의 경우

표 2. 교통수단별 에너지 효율성

구분	수단	단위수송량당 에너지소모 (kcal/인(톤)·km)	철도대비 (배율)
여객	택시	1,192.24	15.7
	버스	415.43	5.5
	철도	75.97	1.0
화물	도로	1,674.21	15.8
	철도	105.98	1.0

표 3. 국내 육상교통수단별 단위 환경비용

구분		대기오염	온실가스	소음
여객 (단위: 원/인·km)	도로	15.2	8.0	6.3
	철도	5.5	3.2	1.5
화물 (단위: 원/톤·km)	도로	46.1	22.0	6.3
	철도	10.0	1.8	1.5

대기오염 비용은 도로에서 46.1원/톤·km, 철도는 10.0원/톤·km로서 도로에서 4.6배 더 많이 발생하며, 온실가스 비용은 도로에서 22원/톤·km, 철도에서 1.8원/톤·km으로 큰 차이를 보이고 있다 (표 3).

연료소비에 의해 발생하는 대기오염과 온실가스로 인한 단위 외부비용은 여객과 화물 모두 철도에 비해 도로에서 더 높게 나타났다. 특히, 여객보다는 화물에서 연료사용에 의한 두 수단의 환경비용의 차이가 크게 나타나고 있다. 따라서 에너지 및 환경비용을 고려할 경우 건설비용에서 비교 열세인 철도사업의 경제성이 보다 높게 인정될 수 있을 것이다.

2. 환경영향평가서 검토의견 분석에 따른 환경영향의 비교추정

철도·도로 건설사업에 대한 검토의견 발생비율(그림 1)에서 제시한 바와 같이 두 사업은 환경영향평가서 다루어지는 항목과 내용에서 현격한 차이를 나타내었다. 도로건설사업의 경우 많은 수(발생비율 5%이상이 10개)의 항목에서 비

교적 고른 빈도로 검토의견이 발생하는 것과 달리, 철도건설사업의 경우 비교적 적은 수(발생비율 5% 이상이 8개)의 항목에서 검토의견이 집중적으로 발생하므로 항목간 차이가 심하다. 특히 철도건설사업에서 중요하게 취급된 항목은 지형·지질, 동·식물상, 대기질, 수질, 폐기물, 소음·진동 등으로 나타났으며, 이는 도로건설사업에 비해 특정 분야에 환경영향이 집중되는 것으로 전문가들에게 인식 및 평가되고 있다는 것을 의미한다.

그러나 기존의 철도건설사업 환경영향평가 검토시 대기질, 수질, 폐기물 등 공사시 영향을 주로 다루는 항목들에서도 검토의견의 발생비율(총 32.9%)이 높았던 것과는 달리, 최근의 철도건설사업 환경영향평가의 주안점은 건설시보다 운영시 및 해체시 환경영향 관리에 관한 것으로 옮겨지고 있다. 중앙환경분쟁조정위원회가 설립된 이후 2004년 5월까지 처리한 환경분쟁 1,122건 중에서 소음·진동분야가 약 90%로서 대다수를 차지하며, 나머지는 대기, 수질오염, 해양오염 등에 관계된 것이다. 이들 중에 철도사업에 관계된 것은 약 1%의 소음·진동 관련 건으로서 적은 비율을

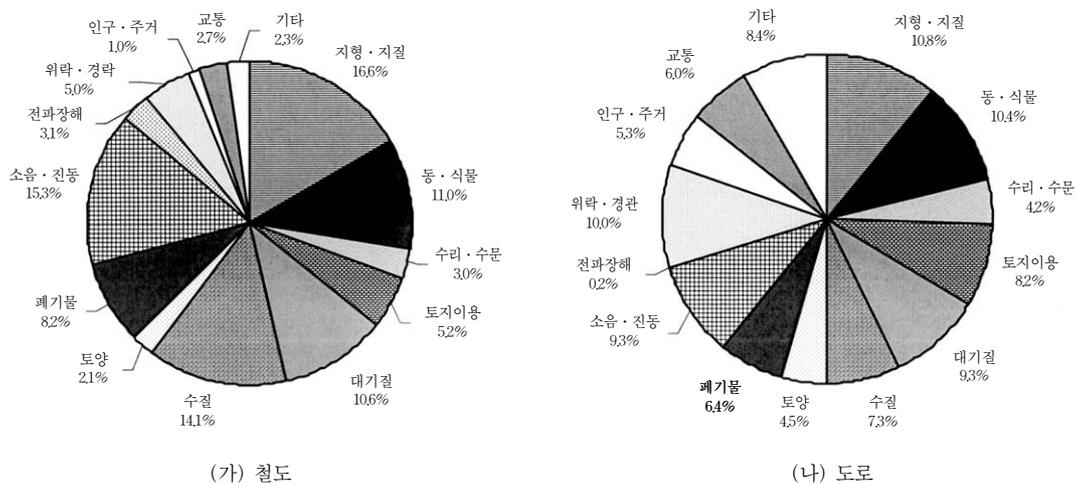


그림 1. 철도와 도로의 환경영향평가서 항목별 검토의견 발생비율

차지하는 것으로 볼 수 있으나, 최근 고속철도 운영과 관련한 소음·진동 및 전파장해 민원, 공동주택 주변에서의 소음관련 민원 등 환경분쟁은 계속 증가할 것으로 예상된다. 또한, 최근 철도건설사업은 신규노선이 아닌 선형개량이 많은 부분을 차지하고 있으므로, 폐노선에서 오염토양의 처리문제가 대두되고 있다.

따라서 향후 철도노선의 건설에 대한 환경영향평가에 있어 노선선정에 관계된 항목들과 운영시부터 해체시까지 지속적 관리가 필요한 항목의 중요도는 높아질 것으로 예상된다. 그러나 환경부(2001) 별표규정의 대상사업별 주요평가항목 중에서 철도건설에 대한 주요평가항목으로는 지형·지질, 동·식물, 대기질, 수질, 소음·진동, 위락·경관, 교통 등 7개 항목이며, 이는 기본적으로 도로건설의 환경영향평가서 검토와 동일하다.

따라서 환경부의 철도건설시 평가항목에 대해서는 토양, 전파장해 등을 추가시키는 방안을 고려하여야 할 것이다.

3. 구조물설치계획과 환경영향예측에 대한 지표조사

철도의 터널 1개소당 평균길이는 도로에 비해 약 1.2배로서 약간 긴 것으로 조사되었다(표 4). 철도가 도로에 비해 터널의 평균길이가 길 것으로 예상되었으나, 최근 고속도로 및 국도의 도로 설계에서는 지형변화 저감과 직선화에 따른 고속 운행, 안전성 등을 고려하여 장대터널을 많이 채택하고 있어서 철도와 큰 차이를 보이지는 않았다. 다만, 교량 1개소당 평균길이는 철도가 고속도로, 국도에 비해 평균 1.6배, 2.0배 가량 긴 것

표 4. 철도와 도로 건설사업 계획에 따른 구조물 현황과 환경영향예측 측정치

구분	철도(n=21)	고속도로(n=10)	국도(n=17)	P값
터널, 교량 등 구조물 설치계획				
터널별 평균길이(m)	995	825	815	-
노선 1km당 터널수	0.30±0.22*	0.25±0.11	0.12±0.14	p<0.05
노선 1km당 터널연장(m)	251±228	212±99	100±142	p<0.05
교량별 평균길이(m)	228	146	115	-
노선 1km당 교량수	0.90±0.56	1.14±0.24	1.17±0.35	p=0.14
노선 1km당 교량연장(m)	183±152	170±53	135±65	p=0.42
노선 1km당 터널·교량연장(m)	434±200	383±133	235±192	p<0.05
생태계에 대한 영향예측				
노선 1km당 절토량(m ³)	56,131±32,923	239,817±17,172	100,746±55,593	p<0.01
노선 1km당 성토량(m ³)	68,095±55,740	228,536±24,181	150,578±57,742	p<0.01
노선 1km당 절·성토량(m ³)	124,226±72,667	468,353±30,418	251,324±53,297	p<0.01
노선 1km당 식생훼손면적(m ²)	3,668±4,258	25,377±16,082	12,314±10,785	p<0.01
노선 1km당 자연립훼손면적(m ²)	1,841±3,162	13,987±10,513	7,617±11,744	p<0.05
노선 1km당 수목훼손량(주)	420±571	2,935±1,552	1,458±1,923	p<0.01
소음저감시설 설치계획				
노선 1km당 가설방음판널연장(m)	245±174	113±52	162±101	p<0.05
노선 1km당 가설방음판널면적(m ²)	998±802	312±148	560±430	p<0.05
노선 1km당 방음벽연장(m)	246±220	181±107	135±98	p=0.13
노선 1km당 방음벽면적(m ²)	825±986	499±297	352±309	p=0.11

*평균±표준편차.

로 나타났다(표 4). 철도 교량의 평균길이가 도로에 비해 큰 차이가 있는 것은 철도는 도로처럼 종곡선을 용이하게 변화시킬 수 없을 뿐 아니라, 하천을 따라 홍수시 수위를 고려한 제방과 각종 도로가 건설되어 있어 철도노선이 이를 횡단할 경우 교량이 길어질 수밖에 없는 등 설계상의 특징으로 풀이된다.

일반적으로 철도는 도로에 비해 터널, 교량 등 구조물이 많이 적용되는 것으로 인식되어 있으며, 이러한 요인을 분석하기 위해 각 사업별 노선 1km당 터널연장과 교량연장을 조사하였다(표 4, 그림 2). 노선1km당 터널연장의 경우 철도는 고속도로와 큰 차이가 없었으나 국도에 비해 평균 2.5배 가량 긴 것으로 나타나 이러한 양상이 일부 확인되었다. 노선1km당 교량연장에 있어서는 철도가 고속도로, 국도에 비해 평균 1.1배, 1.4배로서 긴 편이기는 하나 유의성은 없었다($p>0.05$). 노선 1km당 터널·교량연장에 있어서는 터널만 비교한 경우와 유사한 양상이었다.

절·성토와 같이 지형에 미치는 영향(노선 1km당 절·성토량)에 있어서 철도는 고속도로 및 국도에 비해 적은 영향을 미치는 것으로 계산되었으며, 식생훼손, 자연립훼손, 수목훼손 등에서 있어서는 철도가 도로에 비해 매우 우수한 것으로 나타났다(표 4, 그림 3). 특히 지형·지질 및 식생에 관한 영향에 있어 철도는 고속도로에 비

해 평균 0.13~0.30배 정도로 매우 우수한 것으로 파악되었다. 철도는 교량 등 구조물의 길이, 차량(열차)간의 간격과 운행횟수, 주/야간 운행의 빈도차이 등에 있어 도로에 비해 운영시 상대적으로 생태계 단편화에 미치는 영향이 적을 것으로 판단된다.

생활환경측면에서 철도와 도로사업의 주요 환경영향으로는 대기질 오염, 소음·진동, 지하수 변화, 토양오염 등을 들 수 있다. 이번 연구에서는 소음·진동에 대한 저감방안으로서 일반적으로 적용되는 가설방음판넬과 방음벽의 길이, 면적 등을 조사하였다(표 4, 그림 4). 공사시 설치하는 가설방음판넬에 있어서는 철도가 도로에 비해 많이 설치하는 것으로 나타났으며, 방음벽에 있어서는 통계상 유의성이 없었으나 일부 주거지를 통과하는 구간에서는 방음벽을 많이 설치하였다. 철도교통이 가지는 환경친화성은 소음측면에서는 상당히 취약하며, 일반 도로교통과 같이 일정한 소음도 분포를 가지는 것이 아니라 열차의 통과시 최대소음도가 매우 큰 특성이 있다.

4. 구조물설치계획과 환경영향예측에 대한 지표간 비교분석

터널·교량연장, 터널연장, 절·성토량, 식생훼손면적, 방음벽연장 등 5개에 대한 2차원 분석을

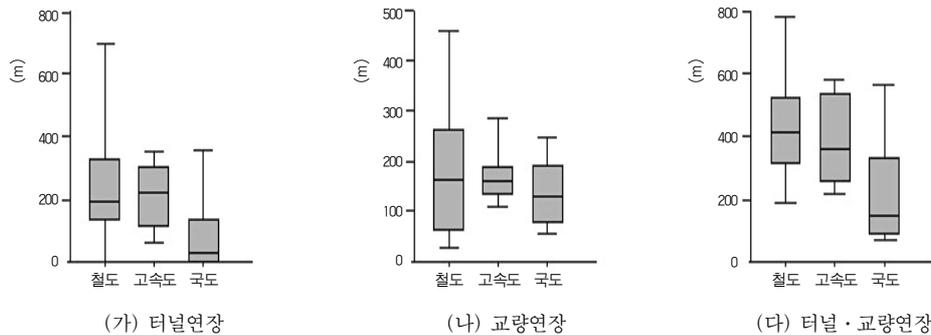


그림 2. 노선 1km당 구조물 설치계획

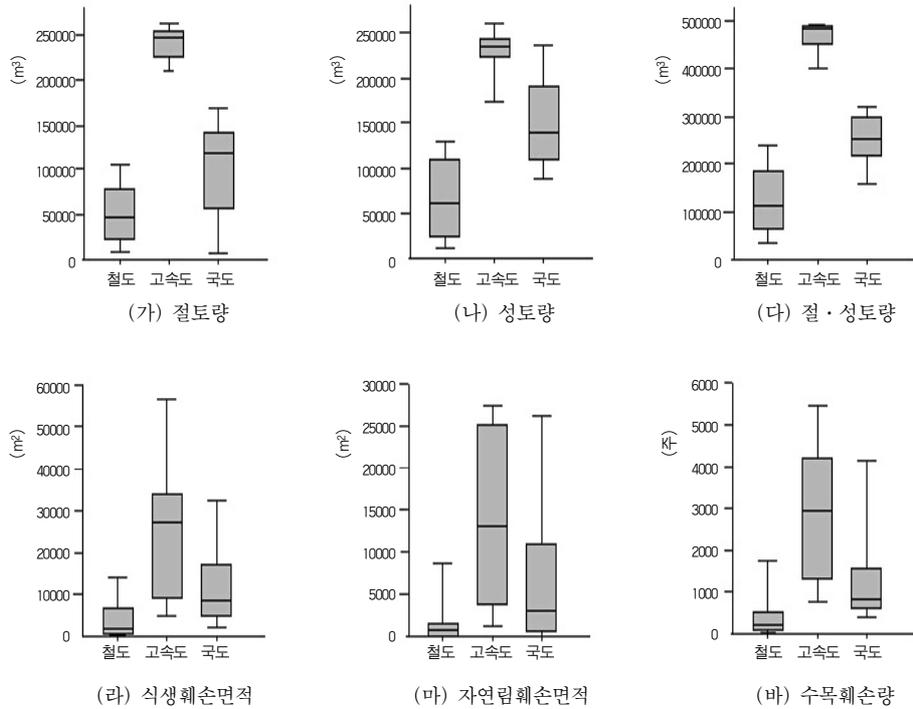


그림 3. 노선 1km당 생태계에 대한 영향예측

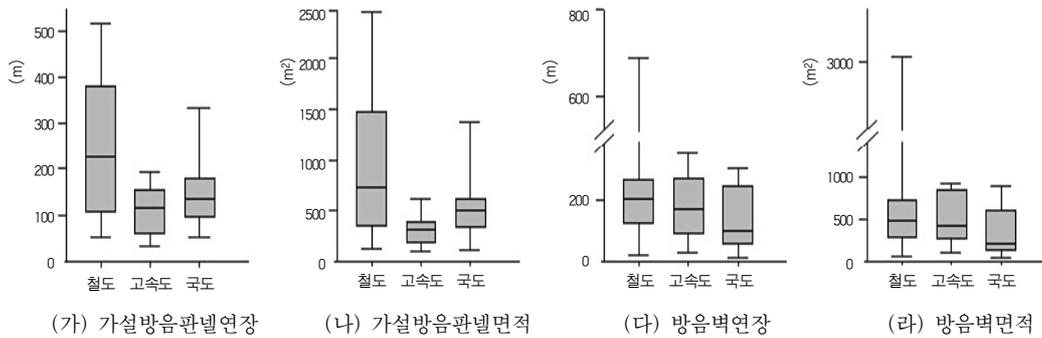


그림 4. 노선 1km당 소음저감시설 설치계획

통하여 총 48개 사업의 분포양상을 분석하였다 (그림 5, 6, 7, 8). 터널·교량연장과 절·성토량간 비교(그림 5)는 터널과 교량 구조물을 많이 설치할 경우 절·성토량이 감소할 것이라는 가정하에 수행되었다. 터널연장과 식생훼손면적간 비교(그림 6)는 터널을 많이 설치할 경우 식생훼손면적이 감소할 것이라는 가정하에 수행되었다. 절·

성토량과 식생훼손면적간 비교(그림 7)는 두 지표가 서로 비례할 것이라는 가정하에 수행되었다. 또한 터널연장과 방음벽연장간 비교(그림 8)는 터널과 방음벽 길이는 서로 반비례할 것이라는 가정하에 수행되었다.

분석을 수행한 결과, 상기 가정과는 달리 이들 지표 사이의 상관관계는 뚜렷하게 드러나지 않았

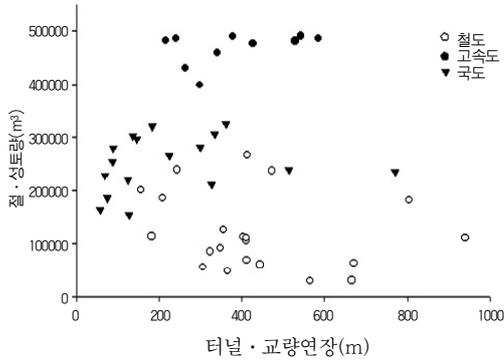


그림 5. 터널·교량 연장과 절·성토량의 관계

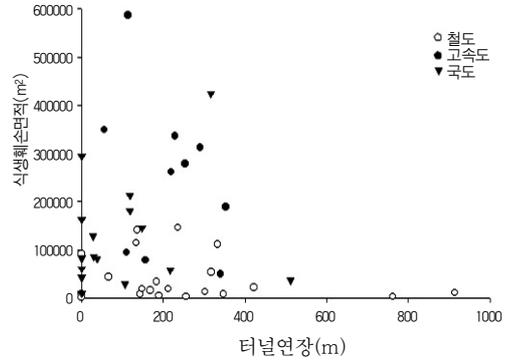


그림 6. 터널연장과 식생훼손면적의 관계

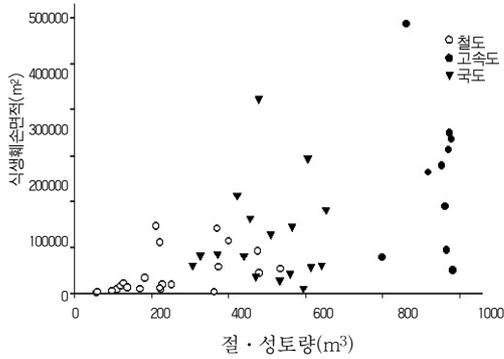


그림 7. 절·성토량과 식생훼손면적의 관계

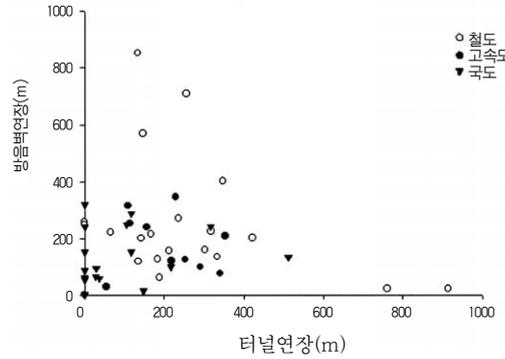


그림 8. 터널연장과 방음벽연장의 관계

다(그림 5, 6, 7, 8). 터널·교량연장, 터널연장, 식생훼손면적, 방음벽연장 등에 있어서는 사업별 특성에 따라 변화가 많은 것으로 파악되었으며, 절·성토량이 철도, 고속도로, 국도사업의 특성을 비교적 잘 구분할 수 있는 것으로 판단된다.

철도사업의 경우 터널·교량 등 구조물의 길이와는 상관없이 대체로 절·성토량과 식생훼손면적이 적은 것으로 나타났으나, 고속도로사업의 경우 터널·교량을 많이 설치하더라도 절·성토량이 많고 식생훼손면적에서도 변화가 심한 것으로 나타났다(그림 5, 7). 국도의 경우 터널·교량 등 구조물은 많이 설치하지 않았으나 고속도로에 비해 절·성토량이 낮은 것으로 나타났으며, 이는 국도사업의 비교적 적은 사업비와 낮은 설계속도로 인해 상대적으로 높은 지형적응성 등으로

풀이된다. 철도와 함께 국가기간교통망을 이루는 이들 고속도로, 국도사업의 환경성을 제고하기 위해서는 이러한 양상을 개선하여야 할 것이다.

한편, 일부 철도사업은 대부분의 구간을 터널과 교량으로 설계하며, 이러한 사업의 경우 식생훼손면적, 방음벽연장 등은 수치가 매우 낮게 나타났다(그림 6, 8). 사업구간에 산림이 적은 경우 성토가 많이 발생하더라도 식생훼손은 미약할 수 있으며, 산림이 많은 경우 터널연장을 높일 경우 식생훼손을 크게 감소시킬 수 있으므로 식생훼손면적 지표는 개별사업간 환경성을 비교하는 데 유용한 것으로 판단된다. 방음벽연장에 있어서는 일부 철도사업에서 매우 높게 나타났으며, 이는 민가 등 소음에 민감한 장소가 많은 지역을 통과하는 사업으로 확인되었다.

IV. 결론

철도가 도로에 비해 여러 측면에서 환경친화적인 교통수단이라는 것이 일반적 인식이기도 하나, 공사시 및 운영시 자연·생활환경에 미치는 영향에 대해서는 아직 연구의 시작단계라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 터널, 교량, 방음시설 등의 설치계획과 질·성토량, 식생훼손량 등의 영향예측치를 지표로서 분석하였다. 이러한 지표선정에 의한 조사자료는 철도와 도로사업이 주변 환경에 미치는 영향을 모두 반영할 수는 없지만, 교통수단에 의한 생태계의 단편화, 동물이동 단절, 식생훼손 등 주요 환경영향을 비교추정하는데 유용할 것으로 사료된다.

본 연구는 기본적으로 환경영향평가서에 수록된 환경영향예측치를 비교한 것으로서, 실제 공사시 및 운영시 발생하는 환경영향과는 차이가 있기 마련이기 때문에 이를 보정하기 위한 연구를 수행하여야 할 것이다. 특히 철도 분야에 있어 환경영향예측과 결과를 비교할 수 있는 모니터링 연구(예, 동물의 이동과 교통사, 외래종의 유입, 터널의 지하수 변동이 생태계에 미치는 영향, 운영시 소음지도 작성 등)는 환경문제와 분쟁을 해결하는 데에도 반드시 필요한 것이나, 실제 연구된 실적은 거의 없는 형편이다. 따라서 향후 철도가 환경친화적인 교통수단으로 거듭나기 위해서는 환경성에 있어 도로보다 비교우위에 있다는 일반적 인식에서 탈피하고 실질적인 모니터링 연구를 진행하여 관리대책을 수립하여야 할 것이다.

한편, 철도의 노선선정은 설계단계에서 가장 중요한 사항으로서 이후 사업시행시 발생하는 환경영향 특성을 기본적으로 결정하게 되나, 노선선정시 대개는 시공비용이나 지역 및 지형적 특징, 시공관리의 용이성 등을 고려하고 있다. 기존에 연구된 노선선정 평가모델(이동욱·이태식, 2004) 또는 호남고속철도건설기본계획(건설교통부, 2003)에서 환경성을 고려하고는 있으나, 환경

성을 고려하는 데 필요한 지표들에 대한 연구는 제대로 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서 사용된 정량적 지표는 철도사업 계획시 노선선정을 위한 평가에 있어서도 환경성을 합리적으로 고려하는 데 활용될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 건설교통부, 2002, 환경친화적인 도로설계기법 연구(1단계), 건설교통부.
- 건설교통부, 2003, 호남고속철도건설기본계획 조사연구 용역 - 환경조사, 건설교통부.
- 김준순, 한화진, 박현숙, 이선하, 2002, 육상교통수단의 환경성 비교 분석, 한국환경정책·평가연구원.
- 서선덕, 김선호, 이갑수, 정재정, 이창운, 이선하, 이용상, 정용완, 김경철, 강경우, 양근윤, 안병민, 서광석, 2001, 한국철도의 르네상스를 꿈꾸며, 삼성경제연구소.
- 이동욱, 이태식, 2004, 최적 철도노선 선정을 위한 VE/LCC 평가모델 개발, 한국철도학회논문집 7, 215-222.
- 이성원, 2002, 한국 및 일본의 교통부문 환경정책 비교 분석, 교통개발연구원.
- 이영준, 이현우, 박영민, 유현석, 이영수, 이정호, 최진권, 윤미경, 2004, 철도건설사업의 주요 환경영향에 관한 연구, 한국환경정책·평가연구원.
- 전일수, 이변송, 이용재, 임강원, 엄태훈, 이영혁, 김학소, 권오경, 손의영, 이성원, 민만기, 설재훈, 백평선, 2001, 21세기의 교통-전망, 비전과 전략, 교통개발연구원.
- 한국도로공사, 2003, 생태통로 설계기준과 주변 부대시설 조성방안에 관한 연구, 한국도로공사.
- 홍갑선, 2002, 지속 가능한 교통체계 전략수립 연구, 교통개발연구원.

환경부, 2001, 환경영향평가 관련 규정집(고시·훈령·예규 등), 환경부.

환경부, 2003, 자연생태계 복원을 위한 생태통로 설치 및 관리지침, 환경부.

Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), 1996, Environmental Handbook (Volume 1): Introduction, Cross-sectoral Planning, Infrastructure.

Carpenter, T. G., 1994, The Environmental Impact of Railways, John Wiley & Sons Ltd.

US Environmental Protection Agency, 1999, Indicators of the Environmental Impacts of Transportation, 2nd ed.

최종원고채택 04. 12. 9