

환경 친화적 철도노선대 선정을 위한 주요환경 영향인자에 관한 연구

김 동 기

서울산업대학교 철도전문대학원

(2008년 8월 20일 접수, 2009년 2월 27일 채택)

A Study on The Major Environmental Effecting Factors for The Selection Environment-Friendly Railway Corridor

Dong-ki Kim

Graduate School of Railroad, Seoul National University of Technology

ABSTRACT : The energy efficiency and environment-friendly aspect of the railway system would be superior to other on-land transportation systems. In a preliminary feasibility study stage and selection of optimal railway corridor, the energy efficiency and problems related to environment are usually not considered. For the selection of optimal railway corridor, geographical features and facility of management are generally considered. Environment effect factors for the selection of environment-friendly railway corridor are focused and studied in this paper. In this study, various analysis of opinion of specialists (railway, environment, transport, urban planning, survey) and the guideline for construction of environment-friendly railway were accomplished. From these results of various analysis, 7 major categories (topography/geology, flora and fauna, Nature Property, air quality, water quality, noise/vibration, visual impact/cultural assets) were extracted. To select environment friendly railway corridors, many alternatives should be compared optimal corridor must be selected by a comprehensive assessment considering these 7 categories. The investment for railway systems can be encouraged by the considering of main environmental effect factor evaluated with the modified environmental weight factors for environment-friendly railway construction.

Key Words : Environment-friendly, Railway Corridor, Environmental Effect Factor, EIA (Environment Impact Assessment), Preliminary Feasibility Study, Environmental Weight Factors

요약 : 철도는 다른 육상교통수단보다 환경 친화적이며 에너지 효율성이 높은 교통수단이다. 철도노선 선정과정에서 예비타당성 수행은 에너지 효율성과 환경에 관한 문제들이 일반적으로 고려되고 있지 않다. 철도노선 선정은 지형적인 특성 그리고 시설물의 관리와 운영을 중심으로 선정되고 있다. 철도노선 선정에 영향을 미치는 환경관련 문제에 대해서 본 연구는 집중적으로 검토 분석하였다. 본 연구는 철도 및 환경전문가 그리고 철도 노선 선정에 관련된 전문가 의견을 검토 분석하여 환경에 영향을 미치는 주요 인자를 추출하였다. 철도노선 선정과정에서 환경에 미치는 영향을 알 수 있는 환경영향평가 항목을 선정하였다. 환경 친화적인 철도노선 대 선정을 위하여 환경영향평가 항목 6개 분야 20개로부터 7개의 환경항목(지형·지질, 동식물상, 자연환경자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 문화재·경관)을 추출하였다. 철도노선을 선정하기 위해서는, 여러 대안이 비교되어야 하고 각 대안의 평가는 이 7개 환경항목을 기준으로 하여 실행되어야 한다. 최적의 철도노선 선정은 7개의 환경항목을 고려하는 포괄적인 평가에 의해 선정되어야 한다. 이와 같이 주요 환경항목인자에 의한 평가는 철도건설 투자를 활성화 하는데 이바지 할 것이다.

주제어 : 환경 친화적, 철도 노선 대, 환경항목인자, 환경영향평가, 예비타당성, 환경가중치

1. 서론

철도건설 사업은 타당성조사단계, 기본설계단계, 그리고 실시설계단계를 거쳐 설계가 완성되며, 최종설계에 따라 시공이 이루어진다. 철도노선 선정은 사업계획의 구상단계인 타당성 조사단계에서 시작하여 기본설계단계에서 대부분 확정된다.

그러나 타당성 조사단계에서는 경제적 편익, 교통소통효과, 이용자의 편익 위주로 검토되기 때문에 단기적으로 경

제성 분석이 어려운 환경보전에 따른 편익이 거의 무시되고 있는 실정이다. 그러나 실제로는 철도건설 사업에서 환경문제로 인한 논란이 제기되지 않는 곳이 거의 없다. 해당지역 주민이나 시민환경단체의 반발에 부딪혀 사업 진행 자체가 차질을 빚거나 난항을 겪고 있는 곳도 적지 않다.

노선선정 단계에서 시행하는 사전환경성 검토제도는 타당성 조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 검토하는 것이며, 노선 선정 후에 시행하는 환경영향평가는 철도건설 사업을 시행하는 과정에서 환경에 미치는 부정적인 영향을 미리 예측, 분석하고 그에 대한 저감방안을 강구하는 제도이다. 이러한 환경영향평가단계의 평가기법은 완전하지는 못하나 어

† Corresponding author

E-mail: dgkim54@hanmail.net

Tel: 011-239-9602

Fax: 02-723-8865

는 정도 자료가 축적되어 있는 상태이다. 일반적으로 철도 노선 선정 시에는 여러 개의 예비노선을 선정하며 노선별로 평가기준이 다른 다수의 환경항목이 존재한다. 또한 각각의 평가항목을 다른 항목과 객관적으로 종합 비교 판단하여 최적 노선을 선정해야하는 어려움이 있다.^{1,2)}

본 연구에서는 노선 선정단계의 필수적인 환경항목을 철도의 특성을 고려하여 추출하고, 이를 근거로 노선선정 시 객관적이며 합리적으로 종합하여 환경성 평가에 활용할 수 있는 자료를 제시하는 것을 목적으로 하였다.

연구 범위와 방법은 환경 친화적인 최적의 노선을 선정하기 위해 필요한 환경항목과 관련하여 현재 환경영향평가에서 활용하고 있는 20개 항목에서 노선선정 후에는 보완하기 어렵고 한번 훼손되면 복구가 곤란한, 즉 노선선정 단계에서 반드시 검토해야 하는 환경항목들 추출하였다. 철도노선 선정에 활용하기 위해서 환경항목 비교와 같은 정성적인 문제를 일대일 비교를 통하여 정량화시킬 수 있고, 일관성을 유지시켜 최대한 객관적인 결론을 유도할 수 있다고 알려진 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하였다.³⁾ 철도노선 선정단계에서 검토가 필요한 환경항목의 추출 방법은 환경영향평가와 관련된 규정, 환경영향평가서 검토의견, 철도노선전문가 설문조사와 “환경 친화적인 철도건설지침” 3가지 문헌자료와 1가지 설문조사를 검토 분석하여 추출하였다. 그리고 기 시행된 철도와 도로분야의 선행연구와 비교 분석하여 검증하였다. 이와 같은 절차에 따라 추출된 환경영향항목은 노선선정단계에서 노선선정 의사결정자들이 활용할 수 있도록 AHP기법을 이용한 가중치를 산출하여 정량적인 환경성 검토에 필요한 자료로 이용될 수 있도록 하였다.

2. 환경영향 평가항목의 비교 분석

2.1. 환경영향평가 의 규정 및 분석

환경영향평가 항목은 대기환경 분야, 수 환경 분야, 토지 환경 분야, 자연생태환경 분야, 생활환경 분야, 사회경제 환경 분야 등 6개 분야에서 총 20개 항목으로서 Table 1과 같다.⁵⁾

환경영향평가 관련 규정은 환경부에서 제시한 “환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”과 “환경영향평가서 검토판”으로 나누어져 있다. 규정에 의하면 철도건설사업의 환경영향평가에서 주로 다루어져야 하는 항목은 지형·지질, 동식물상, 자연환경자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 경관 7개 항목으로 제시되었다.

철도교통에 대한 항목별 환경영향을 간접적으로 비교할 수 있는 방법으로서 한국 환경정책 평가연구원에서 환경부에 회신하는 환경영향평가서(초안, 본안, 보완)의 검토의견을 분석하는 방법을 선택하였다. Table 2는 1997년부터 2006년까지 75건의 철도건설 사업에 대한 자료로서 일반철도 고속철도 도시철도로 구분되어 있다. 연도별 현황은 1999년에 15건으로 최대였으며, 이후 2002년까지 감소하다가 2003

Table 1. Environmental assessment item

Section	Item
Air (3)	Weather Air Pollution Bad smell
Water (3)	Water(Surface/Underground) Hydrogeology Sea pollution
Land (3)	Land Development Soil Topography/Geology
Ecology (2)	Flora/Fauna Nature Property
Life (6)	Waste Noise/Vibration Visual Impact Public Health Jamming Sunshine
Social/Economic (3)	Population Residing Industry

년 이후 약간 증가하면서 일정한 경향을 나타냈다.

최근 철도부문에 대한 정부의 투자확대 방침이나 지방자치단체의 도시철도, 경전철, 사도 도입계획 등으로 한동안 철도사업 투자가 지속될 것으로 판단된다.⁷⁾ 검토의견의 환경영향 분석기준은 2007년 1월 “환경영향평가 작성 등에 관한 규정”이 개정됨에 따라 그동안 3개 분야 23개 항목에 대하여 수행되던 환경영향평가서 검토의견을 6개 분야 20개 항목으로 변경됨에 따라 조정 적용하였다.^{8,9)} 본 연구에서는 그 동안 수행되었던 자료를 기준으로 세부항목별로 분석하였다. 75개 철도건설 사업에 대한 검토의견은 총 3117번 제시되었으며, 이를 항목별로 분석한 결과를 발생빈도가 5% 이상인 항목은 Table 3과 같이 8개 항목으로 나타났다.

Table 2. (Original bill) Requisition present condition at railway construction project environmental assessment by year

Year	Number of Project			Subtotal
	Public Railway	High Speed Railway	City Railway	
1997	1			1
1998	4			4
1999	13	2		15
2000	3	1	1	5
2001	1	1	1	3
2002	5		1	6
2003	8		3	11
2004	7		3	10
2005	6	3	2	11
2006	4	2	2	10

Table 3. Investigation opinion occurrence frequency analysis (1997-2006)

Section	Total(%)	Draft(%)	Original Draft(%)	Complement (%)
Weather	27(0.87)	20(0.9)	7(1.09)	
Topography/Geology	631(20.25)	454(20.43)	131(20.43)	46(16.4)
Flora/Fauna	307(9.85)	176(7.92)	94(14.6)	37(13.2)
Sea pollution	23(0.74)	14(0.63)	1(0.15)	8(2.85)
Hydrogeology	95(3.05)	66(2.97)	18(2.8)	11(3.9)
Land Development	156(5.00)	125(5.625)	22(3.432)	9(3.2)
Air Pollution	301(9.66)	223(10.03)	51(7.96)	27(9.6)
Water(Surface/Underground)	395(12.67)	260(11.7)	110(17.16)	25(8.9)
Soil	72(2.31)	56(2.52)	6(0.93)	10(3.57)
Waste	235(7.54)	165(7.425)	53(8.2)	17(6.0)
Noise/Vibration	458(14.7)	329(14.085)	84(13.1)	45(16.0)
Jamming	93(2.98)	63(2.83)	17(2.65)	13(4.6)
Visual Impact	149(4.78)	106(4.77)	32(4.9)	11(3.9)
Population/Residing	45(1.44)	37(1.67)	2(0.3)	6(2.1)
Transport	93(2.98)	80(3.6)	6(0.9)	7(2.5)
Cultural assets	37(1.18)	26(1.17)	3(0.46)	8(2.8)
Total	3117(100)	2200(100)	637(100)	280(100)

검토의견의 발생빈도가 가장 높은 환경항목은 지형·지질 항목으로서 전체의 20.2%인 631번 검토의견이 제시되었으며, 그 다음으로 소음·진동(14.7%), 수질(12.7%), 동식물상(9.8%), 대기질(9.7%), 폐기물(7.5%), 토지이용(5.0%), 경관(4.8%) 등의 순으로 발생빈도가 높은 것으로 분석되었다.

2.2. 설문조사 및 철도건설지침에 의한 분석

환경영향평가서 검토의견 내용을 분석한 결과 이러한 환경항목들은 철도특성을 고려한 항목이지만, 주로 노선선정 후 환경영향을 저감시키기 위한 내용으로 노선선정 시 반

Table 4. Environment effect examination item order by Specialist's question

Section	Railway	Environment	Transport	urban planning	Survey	Total	Remark
Topography/Geology	2	2	2	2	2	2	
Flora/Fauna	1	1	1	1	1	1	
Nature Property	3	3	5	4	3	3	
Air Pollution	8	7	7	8	4	7	
Water	5	6	4	6	7	6	
Noise/Vibration	4	4	3	3	5	4	
Visual Impact	6	5	6	4	6	5	
Land Use	7	8	8	7	8	8	

드시 검토 확인해야 할 환경항목으로서는 부적합 할 수 있다. 이에 따라 별도로 철도노선 선정을 위한 환경항목에 대해서 철도건설과 환경전문가를 대상으로 한 설문조사를 통하여 시행하였다. 전문가 설문에 참여한 인원은 총 58명으로 철도전문가 27명과 환경전문가 13명, 그리고 교통전문가 6명, 도시계획전문가 8명, 측량 및 지형정보 분석전문가 4명으로 구성하였으며, 설문 참여인의 실질적인 경험을 본 연구에 포함시키기 위하여 자격이 있고 실무 경험이 풍부한 경력자를 설문대상으로 포함시켰다.

조사방법은 환경영향평가의 6개 분야 20개 항목 중 철도노선선정에 영향이 크게 미치는 항목을 중요한 순위로 선택하도록 하였다. 그 결과 8개 항목이 각 분야별로 일치하였다. 그러나 전문가 분야별로의 순위는 상이했다. Table 4에 설문조사 내용을 정리했으며 표에서의 숫자는 분야별 우선순위를 나타낸 것이다. 예를 들면 동식물상과 지형·지질항목은 각 전문가 분야에서 공통적으로 1,2위로 중요하다고 했지만 소음·진동항목은 3~5위까지로 분야별로 다른 순위로 나타났다. 그 외 자연환경자산, 대기질, 수질, 토지이용, 위락·경관 등은 각 전문가 그룹마다 우선순위의 차이는 있지만 8순위 범위 내에는 포함되었다.

한국 환경정책 평가연구원에서 수행한 “환경 친화적인 철도건설 지침”에서도 설계 및 시공, 환경 보호적 측면과 관련하여 각 사업자와 지방 자치 단체를 대상으로 총 160명

Table 5. Environmental assessment examination item for railroad construction project

Section	Item	Regulations	Study Opinion	Question	Guide	Remark
Air	Weather					
	Air Pollution	○	○	○	○	⑦
	Bad smell					
Water	Water(Surface/Underground)	○	○	○	○	⑥
	Hydrogeology					
	Sea pollution					
Land	Land Development	○	○	○		⑧
	Soil					
	Topography/Geology	○	○	○	○	②
Ecology	Flora/Fauna	○	○	○	○	①
	Nature Property			○	○	③
Life	Waste		○			⑨
	Noise/Vibration	○	○	○	○	④
	Visual Impact	○	○	○	○	⑤
	Public Health					
	Jamming					
Social/Economic	Sunshine					
	Population					
	Residing					
	Industry					
Total		7	8	8	7	

에 대해서 설문조사를 수행했다. 보편적인 결과를 도출하기 위하여 사업자와 지방자치 단체를 구분하지 않고 총체적으로 분석하였다.⁸⁾ 분석결과 철도건설 사업에서의 주요 환경영향항목은 대기환경 분야에서 대기질, 수환경에서 수질(지표, 지하), 토지환경에서 지형·지질, 자연생태항목에서 동·식물상과 자연환경자산, 생활환경에서 소음·진동, 위락·경관으로 5개 분야에서 7개의 환경영향 항목으로 제안하였다.

Table 5에는 관련규정과 검토의견 그리고 전문가 설문 분석 결과와 “환경 친화적인 철도건설지침”의 문헌자료 3가지와 설문조사에서 제안한 환경항목의 우선순위를 정리하여 나타내었다. 그리고 “환경영향평가 작성 등에 관한 규정”이 개정되어 일부 환경영향평가항목이 삭제되거나 추가되었기 때문에 설문 참여자들의 의견에 따라 자연환경자산에 토지이용항목을 포함시켰으며, 위락·경관에는 문화재 항목을 추가시켰다. Table 5의 내용을 비교 분석 한 결과 평가 항목은 9개 항목이었으며 우선순위는 동·식물상>지형·지질>자연환경자산>소음·진동>위락·경관>수질(지표·지하)>대기질>토지개발>폐기물 순으로 나타났다.

3. 사례 분석 및 가중치 설정

4가지 자료를 이용하여 추출한 7개의 환경항목이 철도노선 선정에 따른 환경성 검토에 적합한지를 확인하기 위해서 기 수행된 철도사례와 도로분야의 선행연구와 비교하였다. 사례분석은 “호남고속철도 분기역 평가”¹⁰⁾ 중 환경 부분에 대한 평가항목과 “환경 친화적인 도로노선선정을 위한 정량적 평가기법 개발에 관한 연구”¹¹⁾에서 제시한 도로노선선정을 위한 주요 환경항목을 비교 분석하였다.

3.1. 사례분석

“호남고속철도 분기역 평가”사례에서는 6개 환경항목을 제시하였다. 우선순위는 “생태계”(26.94%)가 가장 높았고, “수질”(17.64%), “경관”(16.05%) 등 이었다. “생태계” 항목을 제외하고는 거의 비슷한 중요도(10%대)를 나타낸 것은 특정분야에 없애지지 않은 여러 분야에서 친환경적인 노선건설을 희망함을 Table 6에서와 같이 알 수 있었다. 본 연구에서 제시한 7개의 환경항목과 비교한 결과 대기질 항목이 제외되었다.

Table 6. Environment valuation items weight for Honam high speed railway

Valuation item	Weight(%)
Flora/Fauna	26.94
Water	17.64
Noise/Vibration	14.10
Visual Impact	16.05
Land Development	13.23
Topography/Geology	12.04

Table 7. Selecting road corridor environment effect examination item order by specialist's question

Total	Grade	Environment	Grade	Road	Grade
Flora/Fauna	33	Topography/Geology	16	Flora/Fauna	26
Topography/Geology	28	Population/Residing	14	Topography/Geology	12
Land Development	24	Land Development	14	Land Development	10
Population/Residing	21	Transport	10	Noise/Vibration	9
Noise/Vibration	17	Noise/Vibration	8	Population/Residing	7
Transport	10	Flora/Fauna	7	Air Pollution	3
Air Pollution	3	Visual Impact	1	Water	3
Water	3				
Visual Impact	1				

* Distribution : 1Order(4), 2Order(3), 3Order(2), 4Order(1)

선행연구인 “환경 친화적인 도로노선선정을 위한 정량적 평가기법 개발에 관한 연구”¹¹⁾에서 도로전문가 7명과 환경전문가 7명 14명의 전문가 설문조사를 하였다. Table 7은 도로노선 선정에 따른 환경항목으로 동식물상, 지형·지질, 토지이용, 인구·주거, 소음진동, 교통, 대기질, 수질, 경관의 9개 항목으로 제시되었다.¹¹⁾ 본 연구에서 제시한 7개의 환경항목과 비교한 결과 토지이용, 인구·주거, 교통, 폐기물 4개 항목이 추가되었으며 수질과 경관항목이 제외되었다. 전체적으로 자연환경분야의 항목들이 높은 우선순위를 나타내고 있다. 이는 도로 역시 철도와 비슷한 선행사업으로서 노선에 미치는 환경항목은 유사하게 나타났다. 표에서의 숫자는 환경분야와 도로분야에서 노선선정시 영향이 미치는 순위대로 정리한 것이다. 인구와 주거항목을 합쳐서 1개 항목으로 하여 각각 7개 항목을 선정하였지만 환경 전문가는 수질과 인구·거주항목을 제외시키고 도로전문가는 교통과 경관 우선순위 평가 방법은 분야별 전문가 1명이 4순위까지 지정한 후 1순위는 4점, 2순위는 3점, 3순위는 2점, 4순위는 1점을 배점하여 집계하였다.

3.2. 환경항목의 설정

관련규정 및 환경영향평가서 검토의견에서의 환경항목과 전문가 설문조사 결과가 유사하게 나타났으나, 우선순위에 차이는 있었다. 환경영향평가서 검토의견 노선선정 후 시행하는 환경항목으로 지형·지질, 소음·진동, 수질, 동·식물상, 대기질, 폐기물, 토지이용, 위락·경관 순으로 생활환경분야에서 검토의견 발생빈도가 높은 것으로 분석되었다. 노선선정 시 고려해야 할 환경항목에 대한 전문가 설문조사에서는 전체적으로 자연환경분야의 항목들이 높은 우선순위를 나타내고 있으며 생활환경분야에서는 낮은 순위를 나타내었다. 이는 자연환경의 경우 일단 훼손이 될 경우 이를 회복할 수 있는 대책이 전무하거나 막대한 비

Table 8. Environmental assessment examination item for the railway construction project

Section	Item	Guide	Case1	Case2	Remark
Air	Weather				
	Air Pollution	○		○	⑦
	Bad smell				
Water	Water(Surface/Underground)	○	○	○	⑥
	Hydrogeology				
	Sea pollution				
Land	Land Development		○	○	
	Soil				
	Topography/Geology	○	○	○	②
Ecology	Flora/Fauna	○	○	○	①
	Nature Property	○			③
Life	Waste				
	Noise/Vibration	○	○	○	④
	Visual Impact	○	○		⑤
	Public Health				
	Jamming				
	Sunshine				
Social/Economic	Population			○	
	Residing			○	
	Industry				
Total		7	6	8	

Case1 : Honam High Speed Railway Case
Case2 : Road Case

용이 소요되므로 노선을 선정하는 단계에서 중요한 환경항목으로 인식하고 있다. 반면에 생활환경의 경우 공사를 진행하면서 어느 정도 사후적인 대책이 가능하기 때문에 그 중요도가 떨어지는 것으로 인식하고 있었다. “호남고속철도 분기역 평가 사례”¹⁰⁾ 비교 분석과 도로건설 사업에 있어서 노선선정에 따른 중요 환경영향 항목 설문조사 결과는 유사하게 나타났다. 다만 연구시기 차이와 “환경영향평가 작성 등에 관한 규정”의 개정으로 인하여 추가된 환경항목과 삭제된 환경항목이 일부 있어 설문 응답자들이

혼란했었다. 금번 새로 신설된 자연환경 자산항목과 토지이용항목에 대해서는 응답자들의 의견에 따라 자연환경자산에 토지이용을 포함시켰으며 삭제된 문화재에 대한 추가 의견이 있어 문화재 항목을 위락·경관 항목에 추가하였다. 따라서 친환경적인 철도노선 선정에 영향을 미치는 주요환경항목은 AHP 기법의 기본이론 한계(평가항목 7±2개) 범위를 고려하여 Table 8과 같이 7개 항목으로 추출할 수 있었다.

3.3. 가중치 설정

철도노선선정에 영향이 미치는 7개의 주요 환경영향 항목의 세부항목 선정 기준은 현재까지 수행한 철도건설사업의 환경영향평가서에서 제시한 검토의견 중 노선선정에 관계되는 세부평가항목을 종합 분석하여 선정하였다. 선정된 각 항목에 대한 평가기준은 7개의 환경항목 내에서 16개의 세부항목을 Table 9에서와 같이 선정하였다. 지형·지질의 경우에는 특이지역, 절토, 성토이며, 동·식물상의 경

Table 9. Item and their main estimation contents for the selection of environment-friendly railway corridor

Item	Main estimation content
Topography/Geology	<ul style="list-style-type: none"> • Unique Area • Cutting the ground • Banking
Flora/Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Reserved Breed Habitat • Greenbelt Break • Degree of Green Naturality
Nature Property	<ul style="list-style-type: none"> • Preservation Area • Region Break • Existing Estate Reuse
Air Pollution	• Standard of Natural Environment
Water(Surface/Underground)	<ul style="list-style-type: none"> • Water Supply Protection • River/Lakes and Marshes Protection
Noise/Vibration	• Standard of Natural Environment
Cultural Assets/Visual Impact	<ul style="list-style-type: none"> • Cultural Assets • Scene Harm • Scene Repugnance Structure

Table 10. The Specialist Opinion Decisive Result by Item Weight

Section	Topography/Geology	Flora/Fauna	Nature Property	Air Pollution	Water(Surface/Underground)	Noise/Vibration	Cultural Assets/Visual Impact	weight
Topography/Geology	1	1/3	1	3	3	1	2	0.164
Flora/Fauna		1	2	5	4	2	2	0.307
Nature Property			1	2	2	1	2	0.150
Air Pollution				1	1/2	1/2	1/2	0.056
Water(Surface/Underground)					1	1	2	0.100
Noise/Vibration						1	2	0.136
Cultural Assets/Visual Impact							1	0.086

Inconsistency Index(I.I) : 0.03

우 법적 보호종, 녹지단절, 녹지자연도, 자연환경자산의 경우 보호/보존, 단절지역, 기존용지 활용, 대기질과 소음·진동의 경우에는 환경기준으로, 수질은 상수도 보호와 하천/호소로 구분하였으며 마지막으로 문화재·경관의 경우에는 문화재, 경관위해성, 경관구조물로 구분하였다.

세부평가 항목을 선정한 후 7개 환경영향 평가 항목에 대한 가중치를 설정하기 위하여 철도 노선선정 전문가에게 별도의 설문조사를 수행하였다.

본 연구에서 세부항목에 대한 가중치 산정은 단일 일대일 비교행렬에 의해 구성하는 방안으로 AHP기법 상용 프로그램인 Expert Choice를 이용하였다. 결과 비일관성 지수 값이 0.03으로 허용범위 0.1 이하로서 논리적으로 일관성을 유지하고 있음을 확인하였다. 이상과 같이 설정된 항목별 가중치는 매우 중요한 의미를 갖는다. 가중치에 따라 최종 결과에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 노선선정 의사결정자들이 대부분 환경 전문가가 아닌 철도건설 전문가이며, 환경적 전문 지식이 환경전문가에 비하여 취약하다. 따라서 의사결정자 스스로 항목별 가중치를 지정하였을 경우 오히려 환경적으로 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 이상과 같이 설정된 항목별 가중치는 매우 중요한 의미를 갖고 있으며 최종 결과에 큰 영향을 미칠 수 있다.

Table 10은 항목별 가중치에 대한 전문가 의사결정결과를 나타내었다.

4. 고찰

본 연구에서는 철도노선선정단계에서 영향이 미치는 환경영향 인자들을 추출하고 철도특성을 고려한 가중치를 설정하여 노선선정 시 의사 결정자들이 쉽게 환경성을 검토 할 수 있는 자료를 제공하고자 하였다.

환경영향평가 항목을 추출하기 위해서 환경영향평가의 관련규정, 환경영향평가서 검토의견, 환경 친화적인 철도건설 지침의 3개의 문헌자료와 철도노선선정에 참여한 경험이 있는 전문가들의 설문조사를 하여 비교 분석하였다. 분석결과 3개의 문헌자료와 전문가 설문조사결과 일치하였다.

환경항목의 개수는 환경영향평가 20개 항목 중 환경항목과 같은 정성적인 문제를 일대일 비교를 통하여 정량화시킬 수 있다고 알려진 AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법의 기본 이론 한계(평가항목 7±2개)의 범위인 7개로 집약시켰다.^{3,4)} 추출된 7개 항목에 대하여 기 수행한 “호남고속철도 분기역 평가 자료”의 환경 분야에서 검토한 6개 항목과 “환경 친화적인 도로노선선정을 위한 정량적 평가 기법 개발에 관한 연구”에서 제시한 6개의 환경영향 평가 항목과 비교분석한 결과 중복된 항목을 고려하여 7개 항목을 공통적으로 적용할 수 있음을 알았다.

그리고 철도노선선정의 의사결정 참여자들은 환경적 전문 지식이 환경 전문가에 비하여 취약한 점을 고려하여 환경전문가들에 의해 검증된 환경영향 평가 항목의 가중치

설정이 필요하였다. 가중치 설정방법은 정성적인 문제를 정량화시켜 개관적인 결론을 유도 할 수 있다고 알려진 AHP 기법을 적용했다. AHP기법에 의한 가중치를 설정하기 위해서 7개의 환경영향평가 항목에 대한 세부평가 항목 16개를 환경영향평가서 검토의견을 분석하여 발췌하였다.

AHP기법 상용프로그램인 Expert Choice를 이용하여 7개 환경항목에 대한 가중치를 구하였다. 결과는 비일관성 지수 값이 0.03으로 허용범위 이하로 나타났다.

선행연구의 자료를 찾아본 결과 철도노선선정에 대한 환경영향인자에 대한 직접적인 연구 자료는 없었으며 유사한 선행연구 자료로는 정인수¹²⁾의 “폐지추론과 AHP기법을 이용한 택지개발사업의 환경 친화적인 대안평가 방법론”, 최준규¹¹⁾의 “환경 친화적인 도로노선선정을 위한 정량적 평가기법 개발” 등 택지개발과 도로건설 사업에 대한 연구들이 있었지만, 아직까지 철도건설 사업에 대한 기초 자료가 부족한 실정이다.

본 연구에서 타 분야의 선행연구보다 더 진척된 연구내용은 다음과 같다.

첫째, 철도노선선정의 경험이 있는 각 분야의 전문가 설문과 기 수행한 철도사업의 환경영향 검토 결과를 종합 분석하여 철도특성에 적합한 환경영향인자 항목7개와 세부평가항목 16개를 국내 최초로 추출하였다.

둘째, 환경전문가 및 철도노선전문가들의 설문을 통하여 환경영향인자 항목과 세부평가항목에 대한 가중치를 철도 특성에 맞추어 설정하였다.

셋째, 환경 친화적인 철도노선 선정을 위한 주요환경영향 항목을 추출하여 노선선정 의사 결정자들이 환경성 검토 시 쉽고 빠르고 객관적인 의사 결정 자료로 활용할 수 있도록 제시하였다.

5. 결론

본 연구에서 얻은 환경 친화적 철도노선 선정을 위한 환경영향평가에 대한 주요 영향인자의 조사 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) “환경영향평가서 작성 등에 관한 규정”에서 제시한 주요 환경평가 항목과 “환경 친화적인 철도건설지침”에서 제시한 환경평가 항목 그리고 전문가 설문조사에 의한 결과가 지형·지질, 동·식물, 자연환경자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 위락·경관 7개 항목으로 일치하였다.
- 2) 선정된 7개 환경평가 항목에 대하여 철도특성에 적합한 세부평가 항목을 개발한 다음 노선 선정 전문가의 설문조사 결과를 AHP기법을 이용하여 분석한 결과 허용 범위 안에서 가중치를 설정 할 수 있었다.
- 3) 철도노선 선정 시 환경성 검토는 환경영향평가항목 20개를 검토하는 것 보다는 본 연구에서 제안한 주요 환경항목 7개와 그 가중치를 이용하여 우선 검토하는 것이 효율적인 방법이라고 판단된다.

결론적으로 철도노선 선정을 위하여 고려되는 기본적인 사항은 기술성과 경제성 검토가 주를 이루고 있다. 환경성과 관련된 부분은 노선선정 후 시행하는 환경영향평가에 많은 부분을 의존하고 있으므로, 일단 선정된 노선의 조정은 현실적으로 매우 어려운 실정이다. 그러나 일단 훼손된 환경은 기술적으로나, 경제적으로 해결될 수 없는 부분이 있으므로 경제성 검토 시 반드시 환경에 대한 비용을 고려하는 방안 등을 강구하여 노선선정 시 적극적으로 환경성을 검토하고 반영 할 수 있도록 환경비용 추정¹⁴⁾에 대한 이론적인 연구가 필요하다고 생각된다.

사 사

본 연구는 한국철도시설공단에서 한국 환경정책평가연구원에 위탁한 환경 친화적 철도설계기법사업의 연구결과의 일부이며 참여하신 관계자들에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김동기, "AHP(분석적계층화)기법을 이용한 친환경적인 철도 노선 선정," 대한환경공학회 춘계 공동학술대회, pp. 237~242(2007).
2. 한국환경 정책평가연구원, 철도건설사업의 주요환경영향에 관한연구, pp. 91~171(2004).
3. 김성희 외2인, 의사결정 분석 및 응용, 영지문화사(2006).
4. 조근태 외2인, 계층 분석적 의사결정, 동형출판사(2005).
5. 환경영향평가 정보지원시스템 홈페이지 <http://eiass.go.kr>
6. 한국 환경정책 평가 연구원 홈페이지 <http://www.kei.re.kr/>
7. 환경부, 건설교통부, "환경 친화적인 철도건설지침(안)," (2007).
8. 한국철도시설공단, "환경 친화적 철도설계기법연구 최종 보고서," pp. 209~332(2007).
9. 한국철도시설공단, "환경 친화적인 철도건설편람," pp. 5~179(2007).
10. 한국철도시설공단, "호남고속철도 기본계획 조사연구용역," pp. 639~686(2006).
11. 최준규, "환경 친화적 도로노선 선정을 위한 정량적 평가 기법 개발에 관한 연구," 건국대학교 박사학위 청구논문, pp. 55~102(2002).
12. 정인수, "퍼지추론과 AHP기법을 이용한 택지개발사업의 환경 친화적인 대안평가 방법론," 인천대학교 공학박사학위 청구논문, pp. 98~126(2007).
13. 김관중, "도로계획 및 설계시 최적노선대 선정을 위한 전산모형 적용성 연구," 한양대학교 박사학위논문, pp. 32~74(2007).
14. 한국개발연구원, "교통부분사업 예비타당성 조사의 환경비용추정 연구," pp. 240~275(2002).