

일반국도의 환경친화성 평가방법론 개발

Development of Evaluation Method for Environmental Friendly Property in National Highway

전 우 훈 Jeon, Woo Hoon
이 영 인 Lee, Young Ihn

정회원 · 한국건설기술연구원 전임연구원 (E-mail : cwmoon@kict.re.kr)
비회원 · 서울대학교 환경대학원 교수 (E-mail : yilee@snu.ac.kr)

ABSTRACT

As the Concept "how environmental friendly" becomes more and more important in road construction. However, so far there is no estimation method. Environmental friendly concept can be incorporated at the plan level in order to influence decision making, and support policies that affect environment. The overall goal of this study was to develop environmental friendly concept measures for the national highway and to develop a methodology to implement a more environmental friendly concept. The research identified 8 performance measures through a project analysis that could address environmental impact assessment system's ten strategic goals - Topography, Wildlife, hydrology, landuse, air quality, water quality, soil, waste, noise, landscape. The qualitatively and quantitatively evaluation approach was selected as the decision support framework and performance measure were investigated using the AHP(Analytic Hierarchy Process) and pilot corridor for a 10 section and calculate the index values. The methodology was applied to a pilot corridor comprised of a 120km section of national highway in Korea. The methodology made it possible to identify the specific performance measures that need improvement to enhance the overall environmental friendly concept. It is fairly intuitive, based on readily available data, and is easy to apply. It provides a powerful tool for government to assess the relative environmental friendly concept of their transportation corridors now and in the future. It allows for comparisons within a corridor and with other corridors and identifies the improvements needed to enhance the environmental friendly concept.

KEYWORDS

environmental friendly concept, performance measure, national highway, analytic hierarchy process, road planning

요지

환경친화적인 도로건설의 개념은 최근에 많이 언급되고 있으나 실제로 측정할 수 있는 방법론이 전무한 실정이다. 특히 환경친화성을 현장에 적용하기 위해서는 계획단계에서 적용할 수 있는 방법론이 개발되어야 한다. 본 연구의 목적은 일반국도의 환경친화성을 평가할 수 있는 방법을 개발하여 현장에 적용할 수 있도록 하는 것이다. 평가지표 개발을 위해 환경영향평가에서 제시하고 있는 총 10개 분야에서 8개의 환경친화성 지표를 선정하였으며, 정성적 평가기법과 정량적 평가기법을 함께 적용하기 위해 정성적 평가방법으로는 계층분석법(Analytic Hierarchy Process)을 사용하였으며, 정량적 평가방법으로는 일반국도 구간에서 지표에 대한 수치를 적용하였다. 환경친화성 지표선정을 위해 시범적용된 일반국도 구간은 총 10개 구간에 120km의 연장으로 구성되어 있다. 본 연구에서 제시된 평가방법론은 일반국도의 환경에 대한 적용수준을 평가할 수 있으며, 적용에 대한 이해가 쉽고 데이터의 수집이 간편하다. 이러한 방법론을 통해 도로건설시에 환경친화성을 평가하고 보완할 수 있는 도구로 이용이 가능할 것이다. 또한 여러 도로구간들의 환경친화성에 대한 비교를 통해 환경친화성을 높일 수 있는 근거로 사용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어

환경친화성, 평가지표, 일반국도, 계층분석법, 도로계획

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

1970년대에 이르러 시작된 국가경제의 비약적인 발전에 따라 국내의 총 자동차 등록대수가 1970년에 12만 8천여 대였으나, 2008년 말에는 1679만 대에 이르는 것으로 나타났다. 이에 따라 지속적인 도로망 확충사업이 수행되었으며, 그 결과 1936년에 24,283km에 불과하던 도로 연장이 2007년 말 현재 103,018km에 이르고 있다. 수치상으로는 양적인 면에서 급속한 성장을 이루었으나 지금까지의 우리나라 도로정책방향이 성과측면에서만 부각되어 질적인 면에서는 이에 따르지 못한 것이 사실이다.

특히 급속한 경제성장과 국민생활수준의 향상으로 교통문제와 환경문제 등 많은 문제가 지적되고 있는데, 대표적인 교통사고 관련지표를 살펴보면 최근에 감소추세에 있으나 2007년을 기준으로 자동차 1만대당 교통사고 사망자수는 2.93명으로 OECD 가입국 평균 1.5명의 2배 수준이다. 교통문제와 더불어 도로건설에 따른 환경문제도 날이 부각되고 있다. 전 국토의 65%가 산지로 구성된 우리나라의 지형적 특성은 도로건설이 직접적으로 환경훼손에 영향을 끼치고 있는 실정이다.

도로건설에 따른 환경훼손 문제는 이제 단순한 동물보호라는 개념을 넘어서 전 국민적 관심사로 떠오르고 있으며, 특히 경제성장에 따른 국민생활수준의 향상과 함께 환경에 대한 국민의 요구가 급속히 증대된 결과이기도 하다. 특히 고속철도공사와 천성산의 문제에서 드러났듯이 환경에 대한 관심은 경제수준의 향상에 따라 전 국민의 관심사로 부각되어 도로건설과 환경에 대한 조화가 절대적으로 필요 시기이다.

지금까지의 도로건설이 주로 양적인 증가에 치우침으로 인해 발생한 교통안전성 감소와 환경훼손은 국가적 이슈로 떠올랐으며, 특히 지속가능한 개발에 대한 패러다임의 변화는 국내에서도 적극적으로 반영되고 있으며, 지속가능성의 구성요소 중의 하나인 환경친화성을 증대하기 위한 노력이 계속되고 있다.

본 연구에서는 도로건설 단계에서 적용할 수 있는 환경친화성을 평가할 수 있는 방법론을 제시하고 실제 적용이 가능한 지표를 개발하여 설계 및 운영단계에서 도로구간의 환경친화성을 객관적으로 평가할 수 있는 평가방법을 제시하고자 한다.

1.2. 연구내용 및 방법

본 연구의 최종목표는 도로건설단계에서 도로구간의 환경친화성을 평가할 수 있는 지표를 개발하고자 하는 것이다. 일반적으로 환경영향의 평가방법은 여러 가지가 있을 수 있으나 크게 정성적 기법과 정량적 기법으로 구분할 수 있다.

그러나 현재 환경영향평가에서는 전문가집단에 의한 자문과 주민의견수렴이 대부분의 평가수단이며, 전체 건설공사 구간에 대한 전반적인 정량적 평가는 이루어지지 못하고 있다. 특히 정성적으로 이루어지는 평가방법은 평가기준의 다양성으로 인

해 결과의 신뢰성이 떨어지기 때문에 지양해야 할 부분이다.

본 연구에서는 기존의 환경영향 평가방법인 정성적인 평가방법과 함께 정량적인 평가방법을 연계한 환경친화성 평가방법론을 개발하고자 하였다. 이를 위해 정량적인 측면에서 환경영향 평가의 각 항목별 평가 항목에 대한 수량화를 시도하였으며, 정성적인 측면에서 3단계로 구성된 분류의 계층화분석법 (Analytic Hierarchy Process, AHP)을 이용하여 도로 및 환경 전문가들의 의견을 수렴하여 반영하고자 하였다. 이러한 방법론을 통해 정성적인 항목과 정량적인 항목을 동시에 고려하여 결과에 대한 신뢰성을 높이고자 하였다.

표 1. 환경영향 분석기법

분 류	특 징	
정 성 적 기 법	전문가 의견*	- 전문가들이 환경이슈(수자원, 대기 등)와 계획이슈(토지이용 등)를 평가대상의 각기 다른 차원에서 검토함으로써 통합적인 영향의 고려가 가능
	자문, 설문*	- 과거, 현재, 미래에 계획이 미치는 영향에 대하여 광범위한 자료를 수집하기 위한 기법 - 용통성이 있으며, 초기에 잠재적인 영향의 고려가 가능하고, 특별한 정보의 획득에 집중할 수 있으나 주관적인 오류가 발생할 가능성 있음
	브레인 스토밍	- 전문가들이 아무런 제약이나 비판을 받지 않는 상태에서 자발적으로 아이디어를 도출 - 비판적인 판단을 통해서 제안된 아이디어를 검토하는 기법
정 량 적 기 법	편익-비용 분석	- 편익/비용 비율을 최대화하는 해결책을 찾는 기법 - 금전화가 가능한 요소들을 추출하여 비교, 분석함
	네트워크 분석	- 매트릭스의 개념을 확대시켜 원인, 조건, 결과의 관계를 도입 - 매트릭스 기법에서 제시되는 간단한 인과관계를 통해서 적절하게 설명될 수 없는 누적적 혹은 간접적 영향 파악 가능
	모델링*	- 환경적인 여건의 묘사를 위하여 인과관계에 대한 양적 분석의 틀 - 대기질, 소음 모델링으로부터 복잡한 자연시스템에 이르는 범위까지 이용가능한 기법
	환경용량 분석	- 환경에 수용량이 존재한다는 가정에 기초하여 계획으로 인한 추가적 활동에 따라 환경수용성을 평가

주) *는 본 연구에서 적용하고자 하는 분류임

2. 기존연구 고찰

환경친화성을 평가하기 위한 지표개발 및 현장적용에 대한 연구는 국내외적으로 거의 없는 실정이며, 최근의 국외 연구동향은 환경친화성을 포함한 지속가능성을 평가하고 적용하기 위한 연구가 다양하게 시도되고 있다.

건설교통부(2007)에서는 기존의 '환경친화적인 도로건설 지침'이 현장에 어느 정도로 적용이 되고 있는지를 평가하기 위하여 평가방법론을 선정하였다. 평가단계는 계획·설계단계

와 시공단계, 유지·관리단계의 3단계로 구분하였고 평가시기는 계획·설계단계의 경우 도로건설공사 실시단계의 중간단계 자문 이후로, 시공단계는 공사의 공정률이 30~50% 이후로, 유지·관리단계는 공사 준공 후 1년 이후로 정의하였다. 평가기준은 총 360점(100%)을 만점으로 85% 이상인 경우에는 우수한 생태도로로, 70~84%는 생태도로에 근접한 도로로서 보완이 필요한 구간으로, 69% 이하의 경우에는 전문가 자문을 통한 검토보완 구간으로 선정하였다(표 2 참조).

위의 연구는 국내에서 최초로 환경성에 대한 평가방법론을 제시하였다는 것에 큰 의미를 둘 수 있으며, 특히 도로건설의 주체인 국토해양부에서 도로건설시에 환경성을 고려하는 기법을 채택한 것은 친환경도로 건설에 대한 필요성을 인지하였다는 것으로 이해될 수 있다. 그러나 여러 가지 문제점이 지적되는데, 무엇보다도 위 연구에서 제시한 평가방법은 평가자의 주관적 견해에 의존함으로써 평가자 개인간의 항목에 대한 중요성의 편차와 점수배정에 대한 개인적 판단이 지나치게 개입되어 평가결과에 대한 신뢰성을 가지기가 어렵다는 것이다. 또한 평가분야가 다양하여 한 사람이 모든 항목을 올바르게 평가하는 것은 사실상 불가능하다. 위 연구는 시도 자체는 의미가 있으나 평가자의 주관적 판단과 지식의 한계에 대한 고려가 더 필요할 것으로 판단된다.

표 2. 환경친화성 평가 배점기준

구분	계획·설계단계			시공단계			유지·관리단계		
	배분 점수	평가 점수	비율 (%)	배분 점수	평가 점수	비율 (%)	배분 점수	평가 점수	비율 (%)
지형·지질	15			15			0		
동·식물	25			20			10		
수리·수문	12			10			0		
토지이용	15			10			8		
대기질	15			10			0		
수 질	15			10			5		
토 양	10			10			7		
폐기물	8			10			5		
소음·진동	15			10			8		
위락·경관	15			5			6		
안전성	10			8			5		
편리·쾌적성	5			2			3		
지역주민참여	10			10			3		
총 점	170			130			60		

국외의 경우를 살펴보면 앞서도 언급하였듯이 대부분 환경친화성이 포함되어 있는 지속가능성을 중심으로 연구되고 있는데, Josias(2008)는 TxDOT¹⁾의 지속가능성을 평가하기 위해 교통혼잡감소, 안전성, 경제성, 대기질, 교통시설의 5가지 목표

를 규정하고 지표를 다시 10개로 제시하여 대상지역의 현재와 미래의 지속가능성을 평가하였다. 또한 Martina(2008)는 도로의 설계와 시공단계에서 지속가능성을 정량화하고자 하였으며, 대상목표를 지속가능한 설계, 재료 및 자원, 약천후 관리, 에너지 및 환경관리, 공사활동, 기술혁신 등으로 제시하였다.

Christy(2008)는 기존의 환경성, 경제성, 사회성과 함께 교통체계의 효율성을 목표로 설정하였으며, 각 가중치를 제시하여 도로건설 시나리오별 지속가능성 복합지표 산정방법을 제시하였다. 이와 같이 국외에서도 환경친화성의 평가기법에 대한 연구는 찾아보기가 힘들다.

따라서 본 연구에서는 Christy의 연구와 같이 각 세부적인 평가항목으로 구분하고 각 평가항목별 Performance Measure를 선정하고 가중치를 적용하는 방안을 도입하고자 한다. 이를 통해 일반국도의 각 구간에 대한 환경친화성을 평가하고 구간별 비교를 통해 의사결정자의 판단에 도움이 되는 방법론을 개발하고자 한다.

3. 분석방법론 개발

3.1. 연구 방법론 정립

지표선정은 본 연구의 목표인 설계 또는 시공중인 일반국도의 환경친화성을 평가하기 위해 환경영향을 종합적으로 검토하는 환경영향평가서 및 관련 지침의 항목을 선정하였다. 지표 선정방법은 먼저 환경영향평가에서 제시하는 기본 10개 항목 중에서 다음과 같은 기준으로 시행하였다.

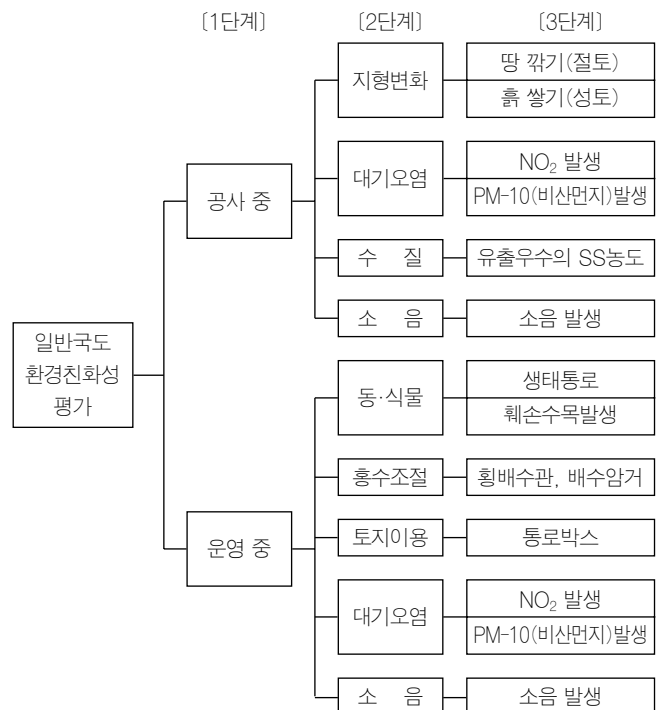


그림 1. 지표구성을 위한 분류체계

1) Texas Department of Transportation

- (1) 각 항목을 대표할 수 있는 지표여야 함
- (2) 수량화가 가능하여 모형에 적용이 가능해야 함

이를 위해 도로 및 환경분야의 전문가(연구원 및 업체 등)를 대상으로 항목에 대한 대표성 등을 자문받아 항목으로 선정하였다. 자문의견을 검토한 결과, 환경영향평가의 평가 기본 항목 중에서 토양, 폐기물, 위락·경관은 환경친화성에 대한 영향이 비교적 적고 수량화가 난해하여 제외하였다.

지표구성을 위한 분류체계를 살펴보면 도로건설에 따른 환경영향은 공사 중 단계와 운영 중 단계에 따라 별도로 구분해야 하는 항목이 많으므로 1단계에서는 공사 중과 운영 중으로 분류하였고 2, 3단계에서는 각 평가항목과 평가지표를 도출하였다. 지표구성을 위한 분류체계는 앞의 그림 1과 같다.

3.2. 평가 방법론 개발

분류체계에 따른 가중치는 도로 및 환경분야 전문가 50명으로 구성하여 AHP 조사 및 분석을 시행하였다. 지표자료의 산출을 위해 최근 3년 동안 시행된 일반국도 10개 구간의 환경영향평가 결과를 분석하였다. 이는 국토해양부와 환경부가 공동으로 제정한 「환경친화적인 도로건설 지침」이 2006년에 공포되어 환경친화성에 대한 반영이 증가하였으며, 대상구간의 건설기간을 제한함으로써 동일한 설계기준과 노선선정 방법이 적용된 구간이 포함되도록 하여 결과에 대한 신뢰성을 높이고자 함이다.

각 평가자료를 동일한 척도로 비교할 수 있게 하기 위하여 표준정규분포화 하였으며, 최종 평가는 표준정규분포화 결과에 단계별 가중치를 곱하여 산출하였다.

평가지표는 각 평가항목의 특성에 따라 환경친화성에 (+)영향과 (-)영향을 미칠 수 있으므로 각 평가항목에 따른 방향성을 표 2와 같이 제시하였다.

표 2. 평가내용 및 단위

구분	지 표 (방향성)	내 용	평가 단위
지형	땅깎기·흙쌓기량/ 구간길이(-)	- 절성도에 의한 표고 및 경사도 변화 - 비탈면 발생 - 공사중 비산먼지 발생(운반 등)	m³
동·식물	생태통로 개수/ 땅깎기·흙쌓기부 개수(+)	- 서식지 단절, 로드킬 발생 - 절토부 30m 이상, 성토부 15m 이상	개
	훼손수목 발생량/ 구간길이(-)	- 도로건설로 인한 훼손수목발생	주
수리·수문 (홍수조절)	흙배수관, 배수암거 개수/ 구간길이(+)	- 도로 및 인접지역의 호우 피해 - 주변하천의 홍수위 조절	개
토지이용	통로박스 개수/구간길이(+)	- 도로건설로 인한 지역간 단절	개
대기질 (대기오염)	대기질 예측치(-)	- 공사시 대기질 예측치(NO ₂)	ppm
		- 공사시 비산먼지 예측치(PM-10)	㎍/m³
		- 운영시 대기질 예측치(NO ₂)	ppm
		- 운영시 비산먼지 예측치(PM-10)	㎍/m³
수질	부유물질 농도(-)	- 강우에 의한 토사유출의 SS농도	mg/L
소음	공사, 운영시 소음예측치(-)	- 공사시 소음에 대한 가설방음시설 - 운영시 소음에 대한 방음벽 설치	dB

3.2.1. 가중치 분석

일반국도의 환경친화성을 평가하기 위해 1, 2단계의 지표를 선정하고 전문가 집단에 의한 AHP 설문조사를 통해 가중치를 계산하였다. AHP 설문조사의 항목은 앞의 그림 1과 같으며, 설문자들의 쌍대비교를 통한 가중치를 이용하였다. 1단계에서는 공사 중과 운영 중의 2가지 항목에 대한 중요도의 가중치를 부여하였고, 2단계에서는 쌍대비교를 통한 가중치를 부여하였다. 마지막 3단계에서는 10개 구간의 지표값을 조사하여 정규분포화된 자료를 입력하였다.

50명의 1단계 설문결과는 공사 중과 운영 중의 가중치가 각각 55:45로써 공사 중 단계가 환경성을 조금 더 고려해야 하는 것으로 확인할 수 있었다. 2단계는 50명의 평가 결과를 기하평균하여 각 대안에 대한 평가값으로 적용한 후 가중치를 계산하였다. 공사 중과 운영 중의 가중치 산출결과는 표 3과 같다.

표 3. 공사 중의 항목별 가중치

공사 중 단계		운영 중 단계	
지표	환경친화성 가중치	지표	환경친화성 가중치
지형변화	0.282	동·식물	0.231
대기오염	0.188	홍수조절	0.285
수질오염	0.290	토지이용	0.124
소 음	0.240	대기오염	0.174
		소 음	0.186

설문결과를 살펴보면 공사 중의 경우 수질오염과 지형변화에 대한 중요도를 가장 높게 평가하는 것으로 나타났다. 운영 중의 경우에는 홍수조절과 동·식물에 대한 가중치가 높은 것으로 나타났다.

3.2.2. 현장자료 조사 및 표준정규분포화

AHP 설문조사를 통해 산출된 가중치를 적용하기 위해 일반국도에서 시행된 환경영향평가 결과(표 2 참조)를 수집하여 항목별로 조사하였으며, 최근 3년 이내에 건설된 지방부 일반국도 10개 구간에 대한 조사를 수행하였다. 대상구간의 자료는 환경영향평가 보고서를 근거로 하였으며, 조사대상구간은 표 4와 같다.

조사된 자료는 값의 범위가 상이하어 절대적인 비교가 불가능하므로 각 항목은 정규분포를 따른다는 가정하에서 표준정규분포화하여 각 가중치를 계산하는 방법을 제시하였다. 표준정규분포화된 결과는 평균이 μ , 표준편차가 σ 이고 항상 평균이 0, 표준편차가 1이 된다. 확률변수 Z 를 계산하는 수식은 식(1)과 같다.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad \text{단, } \mu \text{는 평균, } \sigma \text{는 표준편차} \quad (1)$$

식(1)은 어떤 관찰값 X 가 평균(μ)으로부터 표준편차(σ)의 몇 배 정도 떨어져있는가를 나타낸다. 표 5는 식(1)로부터 계산된 표준정규화 결과이며, 절대값을 사용한 값이다.

표 4. 평가대상 구간 및 위치

연번	구간 명	구간 연장	설계속도
1	갈산~해미	12.19km	80kph
2	고양~광탄	9.18km	80kph
3	노곡~덕산	6.854km	80kph
4	다인~봉양	23.56km	80kph
5	대산~석문	13.86km	80kph
6	두괴리~죽산	9.20km	80kph
7	무주~설천	18.2km	80kph
8	새말~안흥	8.053km	80kph
9	설악~신천	10.3km	80kph
10	신태인~김제	10.286km	80kph

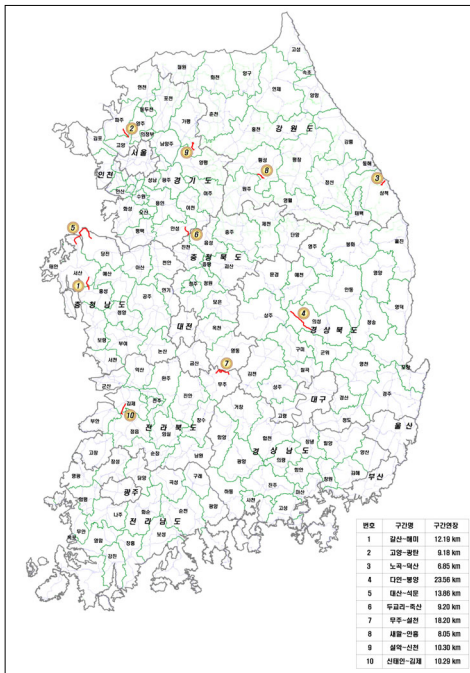


표 5. 구간별 표준정규화 결과

단계	지표	갈산~해미	고양~광탄	노곡~덕산	다인~봉양	대산~석문	두괴리~죽산	무주~설천	새말~안흥	설악~신천	신태인~김제
공 사 중	땅깎기량	0.559	0.076	1.521	0.082	1.059	1.647	0.354	0.440	0.058	1.485
	흙쌓기량	0.322	0.366	0.384	0.277	0.339	0.347	0.305	0.351	0.359	2.666
	NO ₂	0.283	1.324	0.063	0.975	0.327	0.032	0.695	1.885	3.114	1.034
	PM-10	0.464	0.391	0.344	0.576	0.441	0.118	0.251	2.732	0.638	0.197
	SS농도	0.335	0.383	0.395	0.419	0.374	2.661	0.202	0.377	0.248	0.346
	소음예측	1.080	0.239	0.884	1.007	0.812	0.162	1.498	0.123	1.739	0.106
야 야 후	생태통로 개수	0.813	0.308	0.839	0.079	0.151	0.931	0.262	0.813	1.226	2.217
	훼손수목 발생량	0.653	0.318	0.335	0.645	0.026	2.736	0.612	0.198	0.147	0.145
	횡배수관 & 배수암거	0.430	0.306	0.163	0.604	2.652	0.813	0.412	0.537	0.298	0.298
	통로박스	0.161	1.093	1.265	1.216	1.265	1.139	0.211	0.512	0.651	1.036
	NO ₂	0.852	0.573	0.135	0.532	0.623	1.393	0.888	1.403	1.123	1.139
	PM-10	0.011	0.076	2.768	0.281	0.302	0.288	0.136	0.512	0.335	0.827
소음예측	0.757	0.800	0.400	0.677	0.064	0.864	0.653	1.383	1.996	0.311	

3.2.3. 일반국도 환경친화성 평가결과

전문가집단의 AHP 분석결과에 의해 산출된 가중치와 일반국도의 환경영향평가에서 조사되어 표준정규화된 지표의 값을 각각 곱하여 산출한 각 지표별 평가결과값은 표 6과 같다.

10개 구간의 환경친화성을 계산하면 표 7과 같다. 10개 구간 중 대산~석문 구간이 가장 환경친화성이 높은 것으로 나타났으며, 나머지 9개 구간은 대부분 (-) 부호를 가지는 것으로 나타났다. 앞서서도 언급하였듯이 본 연구의 목표는 일반국도의 환경친화성을 평가할 수 있는 방법론을 정립하고자 하는 것이었다. 따라서 표 7의 결과값이 절대적인 의미를 가지지는 않으며, 부호가 (-)라고 해서 환경친화적이지 않다고 해석할 수는 없다. 특히 부호의 경우에는 환경친화성을 평가하기 위해 선정된 평가지표가 (+)영향인지 (-)영향인지에 따라서 평가값이 달라질 수 있기 때문에 절대적인 값으로 이해하기 보다는 동일한 평가지표로 평가된 다른 구간과의 값에 대한 비교값으로 보는 것이 적합하다.

또한 본 연구에서 제시한 평가방법을 적용할시에 주의할 점은 구간의 특성이 환경친화성에 영향을 끼칠 수 있다는 것이다. 본 연구에서 제시한 평가지표를 살펴보면 대부분이 땅깎기량, 흙쌓기량, 훼손수목발생량 등과 같은 산지부를 통과할 경우에 발생하는 결과와 연관이 있어, 산지부를 통과하는 구간이 평지부를 통과하는 구간보다 환경친화적이라는 결론이 도출될 수 있기 때문이다. 이에 대해 2000년대 이후의 도로노선을 검토해본 결과 대부분의 노선이 공사비와 백두대간 등으로 인해 주로 산악지와 기존 마을을 경유하고 있어, 산악지만을 통과하거나 평지만을 통과하는 노선은 거의 없으므로 본 연구의 평가방법에 큰 영향을 끼치지 못할 것으로 판단된다. 또한 발생할 수 있는 오차를 최소화하기 위하여 구간의 길이별로 계산하여 적용하였다.

표 6. 구간별 평가결과

단계	지표	갈산~해미	고양~광탄	노곡~덕산	다인~봉양	대산~석문	두교리~죽산	무주~설천	새말~안흥	설악~신천	신태인~김제
도로 지표	땅깍기량	-0.043	-0.006	-0.118	-0.006	-0.082	-0.128	-0.027	-0.034	-0.005	-0.115
	흙쌓기량	-0.025	-0.028	-0.030	-0.021	-0.026	-0.027	-0.024	-0.027	-0.028	-0.207
	NO ₂	-0.015	-0.068	-0.003	-0.050	-0.017	-0.002	-0.036	-0.097	-0.161	-0.053
	PM-10	-0.024	-0.020	-0.018	-0.030	-0.023	-0.006	-0.013	-0.141	-0.033	-0.010
	SS농도	-0.053	-0.061	-0.063	-0.067	-0.060	-0.424	-0.032	-0.060	-0.040	-0.055
	소음예측	-0.143	-0.032	-0.117	-0.133	-0.107	-0.021	-0.198	-0.016	-0.230	-0.014
도로 환경	생태통로 개수	0.042	0.016	0.044	0.004	0.008	0.048	0.014	0.042	0.064	0.115
	훼손수목 발생량	-0.034	-0.017	-0.017	-0.034	-0.001	-0.142	-0.032	-0.010	-0.008	-0.008
	횡배수관&배수암거	0.055	0.039	0.021	0.077	0.340	0.104	0.053	0.069	0.038	0.038
	통로박스	0.009	0.061	0.071	0.068	0.071	0.064	0.012	0.029	0.036	0.058
	NO ₂	-0.033	-0.022	-0.005	-0.021	-0.024	-0.055	-0.035	-0.055	-0.044	-0.045
	PM-10	0.000	-0.003	-0.108	-0.011	-0.012	-0.011	-0.005	-0.020	-0.013	-0.032
	소음예측	-0.063	-0.067	-0.033	-0.057	-0.005	-0.072	-0.055	-0.116	-0.167	-0.026

표 7. 환경친화성 평가결과

구간명	평가결과
갈산~해미	-0.328
고양~광탄	-0.208
노곡~덕산	-0.378
다인~봉양	-0.280
대산~석문	0.061
두교리~죽산	-0.672
무주~설천	-0.378
새말~안흥	-0.438
설악~신천	-0.589
신태인~김제	-0.354

4. 결론

본 연구의 최종목표는 설계단계와 운영단계에서 일반국도에 대한 환경친화성을 평가하기 위해 먼저 평가지표 선정 및 방법론을 제시하고, 현장자료를 통해 실제 적용 및 평가를 수행하는 것이다. 이를 위해서 평가지표의 선정과 각 지표의 가중치를 산출하기 위해 도로 및 환경전문가들의 의견을 수렴하였으며, 가중치는 AHP분석을 적용하였다. 또한 일반국도의 10개 구간에 대해 현장자료 조사를 시행하였으며, 조사된 자료의 비교를 위해 각 항목은 정규분포를 따른다는 가정 하에서 표준정규분포화하여 각 가중치를 계산하여 각 구간의 환경친화성을 산출하였다. 환경친화성의 평가 결과는 1개 구간이 (+)부호를 나타내었고 9개 구간은 (-)부호를 나타내었다. 여기서 주의할 점은 부호자체가 환경영향의 방향과 일치하지는 않는다는 것을 인지하고 다른 구간과의 비교값으로 이해해야 할 것이다. 또한 본 연구의 결과를 통해 환경친화성을 높일 수 있는 방안이 제시될 수 있다. 예를 들어 땅깍기부나 흙쌓기부를 최소화하거나 생태통로의 설치를 증가하는 등으로 인해 환경친화성을 정량적으로 증가함을 증명할 수 있을 것이다. 본 연구의 지표를 사용하고자 하는 의사결정자가 (-)부호에 대해 혼란을 가질 수 있

으므로 이후에는 부호에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

앞에서도 언급하였듯이 본 연구는 일반국도의 환경친화성을 정성적인 측면과 정량적인 측면을 동시에 고려할 수 있는 방안을 검토하였다. 국토해양부(2007)의 연구처럼 정성적인 평가지표만을 선정할 경우에 발생하는 평가자 개인적 오차를 최소화하면서, 친환경적이고 수량화가 가능한 평가지표들을 포함하여 어느 한쪽으로 치우치지 않도록 하였다. 다만 본 연구의 결과는 본문의 대상구간에 대한 결과이므로 다른 지역 또는 구간에 적용시에는 별도의 검토가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시된 일반국도의 환경친화성 평가방법은 지금까지 정성적으로만 판단되고 있던 환경친화성에 대한 구체적인 판단기준을 제시하고 정책적 의사결정에 도움을 줄 것으로 기대된다. 또한 이러한 방법론이 더욱 세부적으로 구분되어 발전된다면 도로구간의 환경친화성을 측정할 수 있게 되어 친환경적인 도로건설에 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- Josias Zietsman, and William E and Tara L. and Jae Su Lee. and Brian S(2009), Sustainability Enhancement Tool for State DOTs Using Performance Measurement, *TRB 2008 Annual Meeting*.
- Christy Mihyeon Jeon. and Adjo A. and Randall L.(2008), Sustainability Assessment at the Transportation Planning Level : Performance Measures and Indexe, *TRB 2008 Annual Meeting*.
- Green Roads : A Sustainability Rating system for Roadways(2008), Martina Soderlund. and Kim Willoughby, *TRB 2008 Annual Meeting*.
- 건설교통부(2006), 환경부, *환경친화적인 도로건설 지침*.
- 건설교통부(2007), 서울지방국토관리청, *생태통로 건설을 위한 환경친화적인 도로건설 지침 등의 현장 적용 평가 방법*.

접 수 일 : 2010. 5. 19

심 사 일 : 2010. 5. 20

심사완료일 : 2010. 7. 8