

AHP 기법을 활용한 GIS기반의 사전환경성검토 노선선정시스템 개발

김상석¹ · 장용구^{2*} · 양승태³ · 강인준³

Development of Route Selecting System based on GIS for Prior Environmental Review using AHP

Sang-Seok KIM¹ · Yong-Gu JANG^{2*} · Seung-Tae YANG³ · In-Joon KANG³

요 약

현재 시행되고 있는 사전환경성검토는 부분 항목별 수치분석이 이루어지고 있어 종합적인 사전환경성검토가 어려운 실정이다. 또한, 수치자료의 활용이 미흡하여 환경성검토 분석결과에 객관성이 저하되고 있고, 평가비용과 시간도 많이 소요되고 있다.

본 연구에서는 8개 사전환경성 검토요소에 대한 지리정보체계의 공간분석기능을 도입하였으며, 개별 요소들의 평가결과를 통한 종합적인 검토를 수행할 수 있도록 계층분석기법을 활용한 사전환경성검토 GIS 의사결정시스템을 구축하였다. 본 연구에서 개발한 사전환경성 검토 GIS 의사결정시스템과 기 구축된 GIS 데이터의 활용을 통해 환경성 검토에 객관성의 충족 및 시간·비용 절감이 가능하여 사업초기에 도로노선선정 시 사전환경성 검토에 활용 가능할 것이다. 또한, 본 연구에서 개발된 시스템을 통하여 수치적이고 시각적인 자료를 활용한 평가로 주민의 합의를 보다 용이하게 이끌어 낼 수 있고, 사업초기에 비용과 시간을 절감하면서 도로건설에 따른 환경성을 검토할 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 도로노선선정, 사전환경성검토, 지리정보체계, 의사결정시스템, 계층분석기법

ABSTRACT

The on-going pre-environmental investigation at present is performed by separate numerical analysis of each provision which makes integrated pre-environmental investigation is difficult. The application of numerical data is insufficient, which results to the deterioration of environmental investigation result's objectivity. A lot of time and money is required for the investigation.

2007년 5월 31일 접수 Received on May 31, 2007 / 2007년 6월 23일 심사완료 Accepted on June 23, 2007

1 한국해양대학교 토목공학과 Department of Civil Engineering, Korea Maritime University

2 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구부 Ubiquitous Land Implementation Research Dept., Korea Institute of Construction Technology

3 부산대학교 토목공학과 Department of Civil Engineering, Pusan National University

* 연락저자 E-mail : wkddydrn@kict.or.kr

In this study, the spacial analysis function of GIS was applied on the 8 pre-environmental investigation factors. Pre-environmental investigation GIS DMS(Decision Making System) using AHP was constructed to make integrated investigation possible through the use of investigation results for each factor. Through the use of the developed pre-environmental investigation GIS DMS and the pre-constructed GIS data, the objectivity of environmental investigation is sufficient and time and cost are reduced. Therefore, this system can be used for pre-environmental investigation during route selection in the initial stages of road construction. Through the numerical and visual data obtained from the system developed in this paper, it is easier to gain the approval of the public. Furthermore, environmental problems due to road construction can be investigated with less time and money during the initial stages of road construction.

KEYWORDS : Road, Pre-Environmental Investigation, GIS, DMS, AHP

서 론

도로건설에 있어 환경영향평가제도는 대부분의 사업이 타당성조사와 병행하여 실시하지 않고 계획이 확정된 후 실시설계단계에서 주로 오염의 저감방안을 검토하고 있어 입지의 타당성 등 근본적인 친환경적인 개발의 유도에 한계가 있었다. 도로노선 선정 시 환경친화적인 부분과 사전환경성 검토제도의 중요성이 대두되면서, 사전환경성검토제도의 개선방안 및 환경친화적인 도로노선 선정 및 도로설계기법에 관한 연구들이 활발하게 이루어져 왔다.(건설교통부, 2002) 그리고 사전환경성검토에 대한 항목이 대부분 정성적인 분석요소로 되어 있고, 개인의 의견에 의해 의사결정을 반영하고 있어 보다 합리적이고 정확한 분석결과에 의한 객관적인 의사결정이 필요한 실정이다. GIS가 활용되는 분야는 말로 표현할 수 없을 정도로 광범위화 되어왔으며, 환경분야에 있어 모델링 구축 및 분석에도 적용되어 왔다(Marina Alberti, 1991). 그 외 GIS 분석을 기반으로 한 폐기물 매립지 입지선정(배민기 등, 1998)이나 토지이용계획의 용도별 적지분석에 있어 AHP기법의 적용(구자훈 등, 2001)이 이루어졌으며, 지표요소에 의한 적지분석, 토지자원평가를 위해 GIS와 AHP 기법을 활용하는 연구(황국웅, 2003)

또한 이루어졌다. 환경친화적 도로노선 선정을 위한 정량적 평가기법에 AHP기법이 활용되는 연구가 이루어졌으며(최준규, 2002), 최근에는 GIS와 AHP 기법을 노선선정에 활용함으로써 보다 객관적이고 합리적인 평가를 할 수 있는 연구(노태호 등, 2005)가 이루어졌다. 외국에서는 환경에 대한 정보를 제공하고 이를 이용한 여러 가지 의사결정을 할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 미국 환경처는 환경자료에 대해 표준화된 최신의 지속 가능한 톨로 지리공간 자료를 구축하고 있으며, 데이터베이스 관리와 이용을 위한 적절한 기준과 지침을 제공하고 있고, EU에서는 통합적인 환경정보 및 의사결정지원 시스템으로서 환경과학과 정보기술의 결합으로 이루어진 시스템인 ESS(Environment Software and Services)를 서비스 중이다. ESS는 시뮬레이션, 최적의 모델, 데이터 분석, GIS, 전문가 시스템으로서의 기능을 발휘하며 client-server 구조를 지니고 있다.

본 연구에서는 사전환경성 검토요소에 대한 GIS 공간분석을 실시하고, AHP기법을 활용한 사전환경성검토 의사결정시스템을 개발하여 활용성을 검토하였으며, 최적노선 결정을 위한 통합 의사결정에 있어 경중률 및 UI를 고려한 활용방안을 제시하였다. 그림 1은 본 연구의 연구흐름도를 나타낸 것이다.

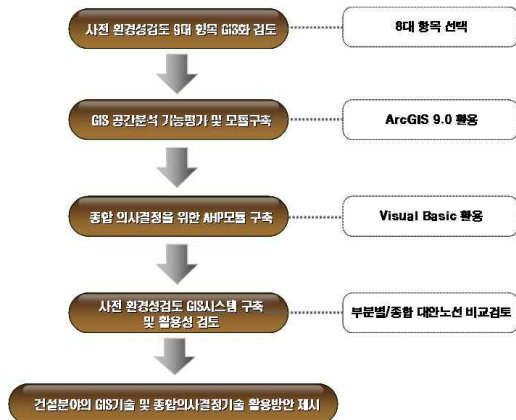


FIGURE 1. 연구흐름도

본 연구의 기본이론

1. 사전환경성검토 제도

사전환경성검토는 각종 개발계획이나 개발 사업을 수립, 시행함에 있어 타당성 조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 고려토록 함으로써 ‘개발과 보전의 조화’ 즉, ‘환경친화적인 개발’을 도모코자 도입된 제도이다. 본 제도는 1993년 1월에 환경정책기본법에 사전환경성검토(사전협의제도)에 대한 근거를 마련 법제화하여 시행하였다.

2. GIS 공간분석기술

GIS 공간분석은 데이터베이스 내에 들어있는 공간 데이터와 속성 데이터를 이용하여 현

실세계에서 발생하는 각종 문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있는 정보를 생성하는 매우 중요한 기법이다. 본 연구에서는 중첩분석, 버퍼분석, 근접분석의 GIS 공간분석기능을 사용하여 사전환경성 검토분석을 수행하였다.

중첩분석이란 하나의 커버리지 위에 다른 커버리지를 올려놓고 두 커버리지에 나타난 현상들간의 관계를 분석하는 방법이며, 버퍼분석이란 공간 형상의 둘레에 특정한 폭을 가진 구역을 구축하는 것으로, 버퍼를 생성하는 과정을 버퍼링이라고 한다. 근접분석이란 주어진 특정한 지점을 둘러싸고 있는 주변 지역의 특성을 평가하는 기능으로, 공간상에서 주어진 지점과 주변의 객체들이 얼마나 가까운가를 파악하는데 활용된다. 그림 2는 중첩분석(왼쪽)과 버퍼분석(가운데), 근접분석(오른쪽)의 원리를 보여준다.

3. AHP 기법

AHP(analytic hierarchy process)는 1960년대 Tomas. L. Saaty에 의해 개발되었다. 이는 인간이 의사결정을 할 때 두뇌가 단계적으로 분석과정을 활용한다는 점에서 착안하여 개발된 이론으로 의사결정의 전 과정을 여러 단계로 분류한 후 이를 단계별로 분석함으로써 최종의사결정을 하는 방법이다(Saaty, 2000). 이 기법은 의사결정요소들의 속성과 그 측정 척도가 다양한 다기준 의사결정문제에 효과적으로 적용되어 의사결정자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 순위화를 시키

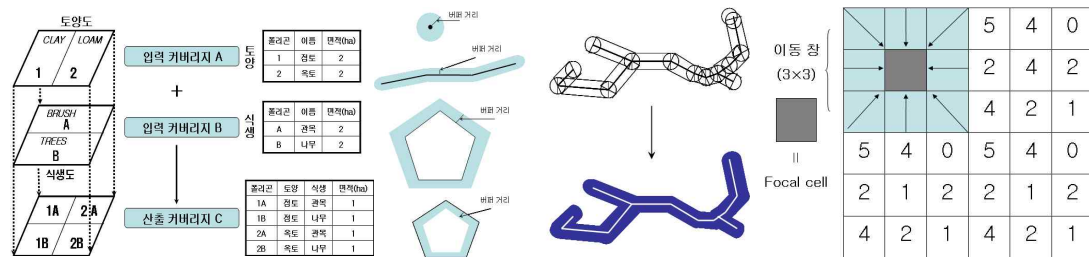


FIGURE 2. 공간분석 원리

TABLE 1. 본 연구에서의 GIS 분석항목

항 목		검 토
자연 환경	지형·지질	• 토공량 및 도로 연장 비교
	생물다양성	• 생태자연도 1등급 지역 피해 범위
생활 환경	토지이용	• 토지 용도별 및 우량농지 훼손 면적
	대기질	• 이용시 환경기준 유지 가능 여부 • 환경기준 피해 범위 산정
	수자원 (수문·수질 등)	• 상수원보호구역 등 보호할 가치가 있는 수원의 존재 및 영향 여부 • 교량 설치로 인한 피해하천면적 비교
	소음·진동	• 이용시 환경기준 유지 가능 여부 • 환경기준 피해 범위 산정
사회 경제 환경	경관	• 제외(정성적 평가요소로 구성)
	지역단절 및 이주	• 환경민원 발생 가능성 여부 • 철거 또는 이주대상 가구수
	문화재	• 0.5 km 이내 범위 통과여부분석은 하였으나 평가시스템에서는 제외



FIGURE 3. 개발 시스템의 부분모듈과 함수 구성도

고, 그 경중률을 비율척도로 도출하는 방법이다.

AHP는 다양한 분야에 활용되며, 특히 R&D 프로젝트의 결과를 비교·평가하는 분야에 응용될 수 있는 확장성을 갖고 있다. 이는 AHP가 의사결정 및 판단에 필요한 속성의 식별과 이에 대한 대안간의 비교라는 개념적인 특징을 지니고 있기 때문이다.

사전환경성검토 GIS 구축 및 비교분석

1. 사전환경성검토 항목 선정

본 연구에서는 도로사업에서 사전환경성 평가를 위한 GIS 기술도입에 초점을 맞추어 수행하였으며, 사전환경성 검토항목 중 GIS 공간분석을 통한 정량적인 결과를 산출할 수 있

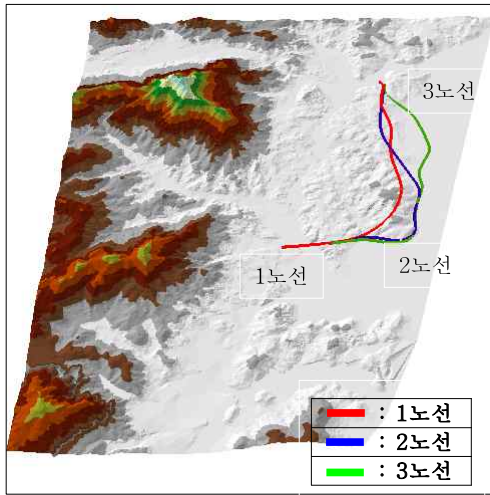


FIGURE 4. 본 연구의 모델지역

는 항목을 선정하였다. 표 1은 도로사업 시행시 GIS 분석이 가능한 항목을 선정한 것이며, 문화재 항목은 전문검토기관 및 제도가 별도로 시행되고 있으며, 그 협의결과에 따르기 때문에 타 항목과 비교가 필요 없는 항목이라 GIS분석은 하였으나 평가시스템에서는 제외하였다.

2. 사전환경성검토 항목에 대한 GIS 분석

본 연구에서 수행된 GIS 분석은 ArcGIS를 이용하여 지리정보와 속성정보의 공간분석을

수행하였고, Visual Basic을 이용하여 AHP기법을 기반으로 한 의사결정시스템을 만들었다. 그림 3은 본 연구에서 개발한 사전환경성 검토 GIS 의사결정시스템의 부분모듈과 함수를 보여준다.

본 연구의 모델지역은 부산광역시 기장군을 대상지역으로 하였다. 그림 3은 본 연구에서 선정한 모델지역인 기장-장안간 국도 주변지역과 3개의 대안노선이다.

본 연구에서는 표 1의 사전환경성 검토 항목에 따른 세부항목들에 대해 ArcGIS 9.0을 활용하여 각 노선별 GIS 분석을 실시하였다.

2.1 자연환경부분 환경성평가

자연환경부분 중 먼저 지형·지질분석을 수행하였다. 지형·지질 분석의 첫 번째 세부항목으로 각 노선별 절·성토량을 비교분석하였는데 도로 시공 전후의 절·성토량이 많을수록 환경에 많은 영향을 준다고 보고 산출하였다. 그림 5는 각 노선별 절·성토량에 대해 분석한 결과를 나타낸 것이다.

3개 대안노선의 절·성토량에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 토공량 1,050,198m³인 3노선의 절·성토량이 가장 적게 산출되어 환경영향이 가장 적은 것으로 판단되었다. 표 2는 각 대안노선별 절·성토량과 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

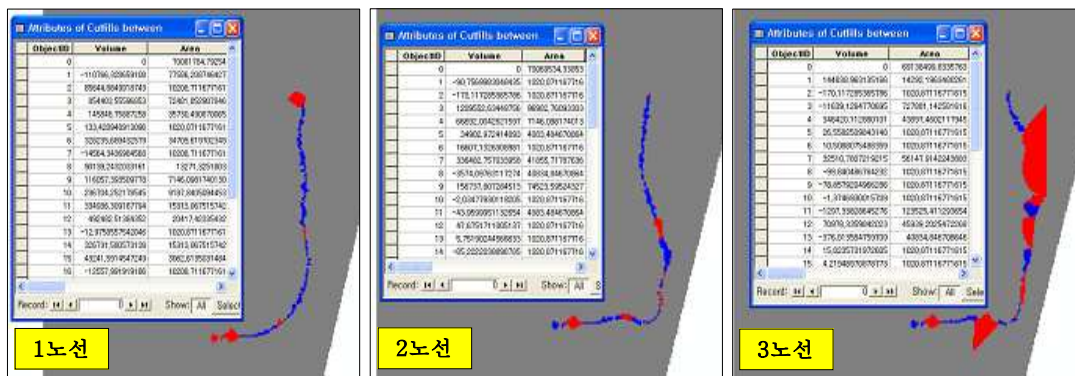


FIGURE 5. 절·성토량에 대한 사전환경성검토

TABLE 2. 대안노선별 절·성토량 비교분석

대안노선명	토공량(m ³)	노선별 상대적인 비율
1노선	3,119,256	0.475
2노선	2,396,560	0.365
3노선	1,050,198	0.16
합계	6,566,014	1

지형·지질분석의 두 번째 세부항목으로써 각 노선별 도로연장을 산출하였는데 노선별 도로연장이 길수록 환경에 영향을 많이 준다고 보고 분석하였다. 3개 대안노선의 연장에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 5,919 m인 1노선의 연장이 가장 짧아 영향이 가장 적은 것으로 산출되었다. 표 3은 각 대안노선별 도로연장과 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 3. 대안노선별 노선연장 비교분석

대안노선명	도로연장(m)	노선별 상대적인 비율
1노선	5,919	0.31
2노선	6,488	0.34
3노선	6,690	0.35
합계	19,097	1

생물다양성에서는 1:25,000 생태자연도를 활용하여 1, 2, 3등급 지역에 대한 피해범위 분석을 통해 사전환경성검토를 수행하였다.

3개의 대안노선의 생물다양성에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 각 노선별 도로의 합계면적은 1노선이 가장 적지만 생태자연도의 등급별 경중률을 고려한 면적을 보면 피해면적이 31,067m²인 3노선이 생물다양성부분에서 환경영향이 가장 적은 것으로 분석되었다. 표 4는 각 대안노선의 생태자연도 1, 2, 3등급 경중률을 고려한 피해면적과 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 4. 대안노선별 생태자연도 피해범위

피해 노선	등급별 피해면적(m ²)			경중률을 고려한 면적	노선별 상대적인 비율
	1등급	2등급	3등급		
1노선	3,769	80,025	34,902	32,872	0.337
2노선	1,046	73,719	55,326	33,704	0.345
3노선	697	40,317	93,117	31,067	0.318
합계	5,512	194,061	183,345	97,643	1

2.2 생활환경부분 환경성평가

생활환경부분의 사전환경성평가를 수행하기 위해 1:25,000 수치지도와 중분류 수치토지피복지도를 사용하였다. 토지이용항목에서는 토지이용 용도별 훼손 면적을 분석함으로써 결과를 산출하였다. 토지이용 항목의 경우 토지용도에 따라 환경적으로 미치는 영향의 중요도가 각기 다르기 때문에 토지이용 분류에 따라 경중률을 주는 것이 필요하다. 표 5는 항목별 등급을 나누어 경중률을 부여한 것이며, 그림 6은 각 노선별 토지이용에 대해 분석한 결과를 나타낸 것이다.

TABLE 5. 토지이용 항목별 부여된 경중률

대분류 항목	소분류 항목	등급	경중률
습지, 산림	침엽수림	1등급	0.4
초지, 수역	기타초지, 내륙수	2등급	0.3
농업지역	논, 밭, 과수원	3등급	0.2
시가화건조 지역, 나지	주거지역, 교통지역, 기타나지	4등급	0.1

3개의 대안노선의 토지이용 훼손정도에 대한 사전환경성평가를 수행한 결과 25,680m²인 3노선의 토지이용 훼손정도가 가장 적게 산출되어 환경영향이 가장 적은 것으로 판단되었다. 노선별 도로의 면적은 3노선이 가장 크지만 3노선의 경우 1등급이나 2등급으로 분류된 토지이용항목이 차지하는 면적이 다른 두 노

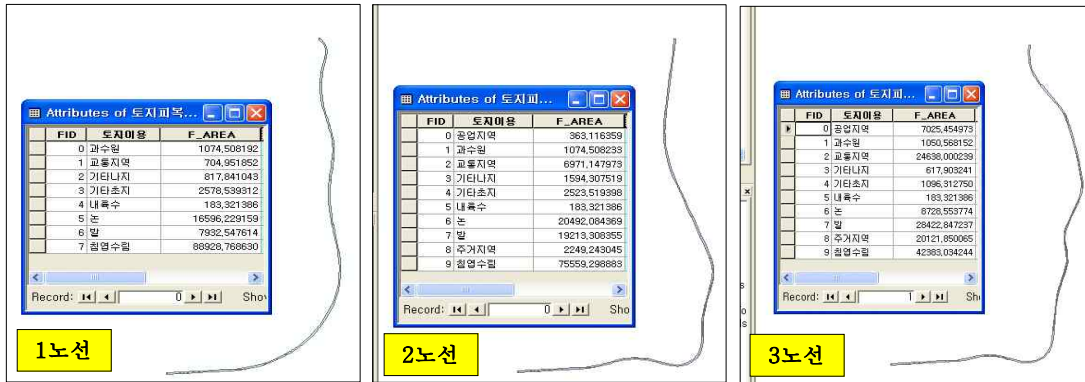


FIGURE 6. 토지이용에 대한 사전환경경검토

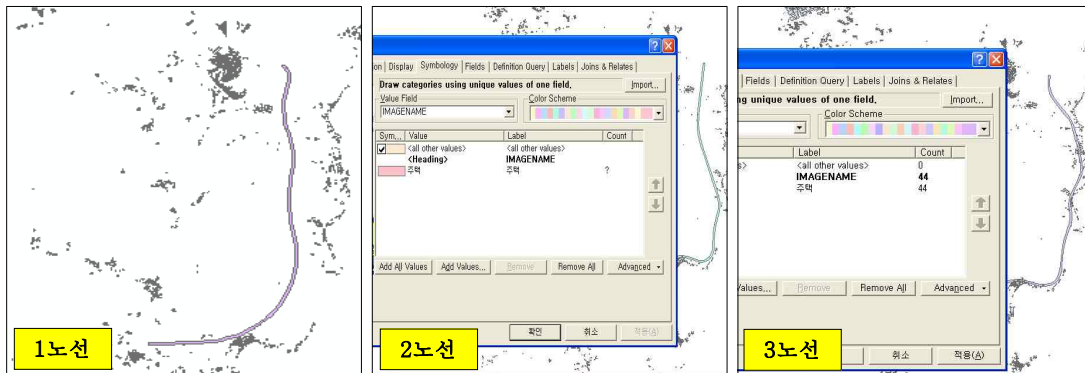


FIGURE 7. 소음에 대한 사전환경성검토

선과 비교했을 때 작으므로 실제 환경적으로 미치는 피해 정도는 다른 노선에 비해 적다고 평가되었다. 표 6은 각 대안노선의 토지이용 훼손면적 비교분석과 각 노선별 상대적인 비

TABLE 6. 대안노선별 토지이용 훼손정도

대안 노선명	등급별 토지이용면적(m²)				경중를을 각 고려한 노선별 토지이용 상대적 훼손면적 인 비율
	1등급	2등급	3등급	4등급	
1노선	88,929	2,762	25,603	1,523	0.391
2노선	75,521	2,705	40,759	11,172	0.368
3노선	42,383	1,280	38,202	52,403	0.241
합계	206,833	6,747	104,564	65,098	0.759

율을 나타낸 것이다.

소음·진동항목의 경우에는 이용 시 환경기준 유지 가능여부, 환경기준 피해범위산정 등을 고려하여 소음이나 진동으로 인해 피해를 받는 건물들에 대해 사전환경성 GIS분석을 수행하였다. 그림 7은 각 노선별 소음에 대해 분석한 결과를 나타낸 것이다.

3개의 대안노선의 소음정도에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 1노선의 경우 소음영향 주거수가 0가구로 1노선의 소음피해정도가 가장 적게 산출되어 환경영향이 가장 적은 것으로 분석되었다. 표 7은 각 대안노선의 소음 피해 건물수와 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 7. 대안노선별 소음 피해 건물수

대안노선명	소음피해건물수	노선별 상대적인 비율
1노선	0	0
2노선	10	0.185
3노선	44	0.815
합 계	54	1

3개의 대안노선의 진동피해에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 진동영향 주거수가 28가구인 1노선의 소음피해정도가 가장 작게 산출되어 환경영향이 가장 적은 것으로 분석되었다. 표 8은 각 대안노선의 진동피해 건물수와 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 8. 대안노선별 진동 피해 건물수

대안노선명	진동피해건물수	노선별 상대적인 비율
1노선	28	0.098
2노선	69	0.242
3노선	188	0.66
합 계	285	1

대기질항목은 이용 시 환경기준 유지 가능 여부, 환경기준 피해범위 산정의 요소들에 대한 사전환경성 GIS분석을 통해 평가하였다.

각각 대안노선의 대기질 피해범위에 대한

사전환경성검토를 수행한 결과 대기질 피해영향 건물수가 3인 1노선의 대기질 오염피해정도가 가장 작게 산출되어 환경영향이 가장 적은 것으로 판단되었다. 표 9는 각 대안노선별 대기질 오염피해정도와 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 9. 대안노선별 대기질 피해 건물수

대안노선명	대기질피해 건물수	노선별 상대적인 비율
1노선	3	0.086
2노선	11	0.314
3노선	21	0.6
합 계	35	1

수자원항목은 상수원보호구역 등 보호할 가치가 있는 수원의 영향범위 600 m 내에 영향을 받는 노선의 면적을 분석하였고, 각 대안노선별 피해 하천 면적을 사전환경성 GIS분석을 통해 평가하였다. 그림 8은 상수원보호구역의 존재 및 영향정도에 대한 사전환경성 검토 결과를 나타낸 것이다.

3개의 대안노선의 상수원보호구역 존재 및 영향정도에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 상수원보호구역 영향 범위를 600 m로 봤을 때 영향을 받는 노선이 존재하지 않기에 영향 정도 차이는 없었다. 표 10은 각 대안노선별 상수원보호구역의 영향정도를 분석한 것이다.

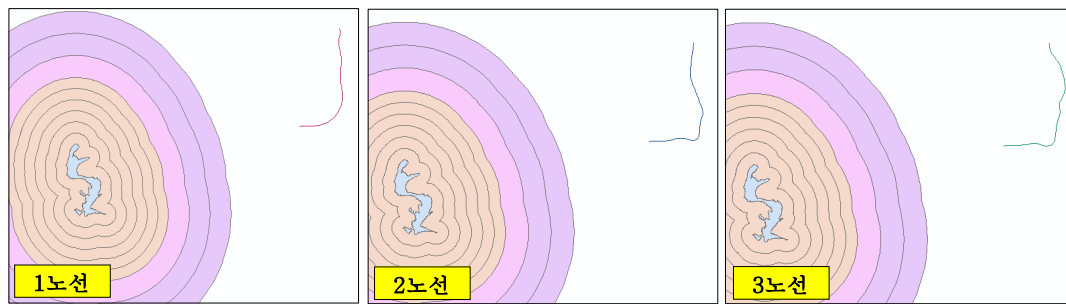


FIGURE 8. 상수원보호구역 영향 유·무에 따른 사전환경성검토

TABLE 10. 대안노선별 상수원보호구역 영향정도

대안노선명	상수원보호구역 영향 유·무	노선별 상대적인 비율
1노선	무	0
2노선	무	0
3노선	무	0

3개의 대안노선의 피해하천면적에 대해 사전환경성검토 후 비교분석을 수행한 결과 1노선과 2노선이 199m²로 피해하천 면적이 동일하게 나타났으며, 3노선 역시 201m²로 다른 노선과 비교 시 별 차이를 나타내지 않았다. 표 11은 각 대안노선의 피해하천면적과 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 11. 대안노선별 피해하천 면적

대안노선명	피해하천면적	노선별 상대적인 비율
1노선	199	0.332
2노선	199	0.332
3노선	201	0.336
총 계	599	1

2.3 사회경제환경부분 환경성평가

사회경제환경부분은 지역단절 및 이주, 문화재의 2개 항목으로 구성되어있으며, 이 두 항

목에 대한 사전환경성평가 GIS분석을 수행하였다. 본 연구에서 고려한 지역단절 및 이주항목은 환경민원 발생 가능성 여부, 철거 또는 이주대상 가구수에 대한 통합분석결과로 사전환경성 검토를 수행하였고, 문화재항목은 주요 유형문화재(국가, 지방) 지정·보유 건수와 주요 유형문화재 0.5 km 이내 범위 통과여부에 유·무로 사전환경성 검토를 수행한 결과 세 개의 노선 모두 영향권에 있는 문화재는 없는 것으로 분석되었다. 그림 9는 지역단절 및 이주에 따른 환경영향평가를 GIS 공간분석기술로 분석한 결과를 나타낸 것이다.

3개 대안노선의 지역단절 및 이주에 대한 사전환경성검토를 수행한 결과 1노선의 지역단절 및 이주에 의한 피해건물수는 0으로 산출되어 전혀 영향이 없는 것으로 분석되었다. 표 12는 각 대안노선의 지역단절 및 이주에 따른 환경영향 비교분석표와 각 노선별 상대적인 비율을 나타낸 것이다.

TABLE 12. 지역단절 및 이주에 의한 피해건물

대안노선명	지역단절및이주로 인한 피해건물수	노선별 상대적인 비율
1노선	0	0
2노선	5	0.26
3노선	14	0.74
합 계	19	1

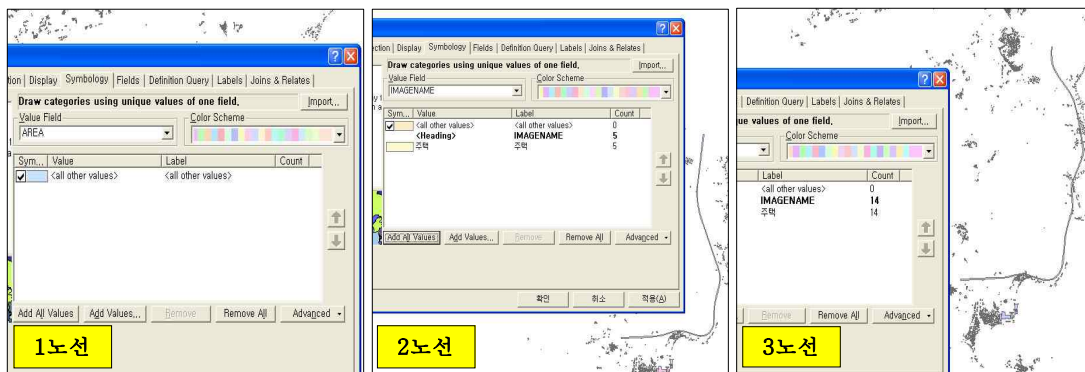


FIGURE 9. 지역단절 및 이주에 따른 피해건물에 대한 사전환경성검토

3. AHP를 활용한 의사결정시스템 개발

평가항목별로 GIS분석을 실시하여 대안노선들에 대한 각 항목별 환경에 미치는 저해영향 정도를 산출하였는데 각 평가항목 요소들이 환경에 영향을 미치는 정도는 다를 것이다. 환경영향 요인별 분류 등급 산정을 위한 항목별 경중률의 표준화된 기준이 없고, 많은 전문분야의 통합분석이 이루어져야 하기 때문에 소수의 전문가들만으로는 등급산정 시 정확한 경중률을 결정할 수 없다. 따라서, 본 연구에서는 보다 합리적이고 효율적인 GIS 의사결정 시스템을 구축하기 위해 여러 전문가들의 의견을 AHP 기법을 통해 경중률을 산출하였고, GIS 처리된 결과들을 입력받아 경중률을 적용하여 최종적으로 최적노선을 선정할 수 있는 의사결정시스템을 개발하였다. 그림 10은 본 연구의 흐름도이며, 그림 11은 본 연구에서 개발한 의사결정시스템의 메인화면을 보여준다.

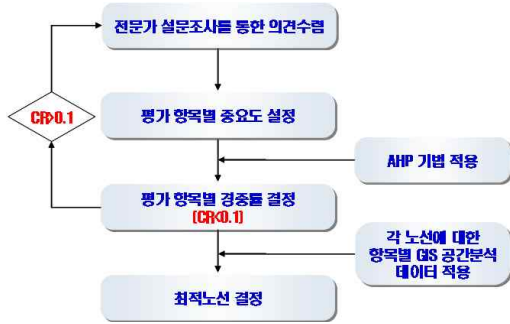


FIGURE 10. 본 연구의 흐름도

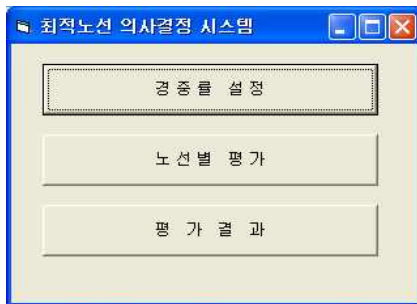


FIGURE 11. 최적노선 의사결정 시스템

3.1 경중률 설정과정

경중률 설정 부분에서는 본 연구에서 각 항목별로 적용될 경중률을 결정해주게 되는데 그림 12와 같이 여러 환경영향평가 전문가들의 의견 수렴을 통해 작성된 경중률의 기본값을 제공함으로써 사용자가 환경영향평가 내용에 대한 지식이 다소 부족하거나 평가대상지역이 다른 지역과 비교해서 특별한 지역적 특성이 존재하지 않는 경우 전문가가 설정한 항목별 경중률을 사용할 수 있게 하였고, 평가대상지역의 지역적인 특성에 따라 다른 경중률을 설정할 수 있는 기능을 추가함으로써 보다 객관적이고 합리적인 의사결정을 할 수 있게 하였다.

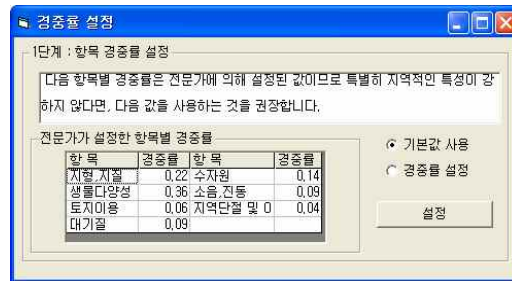


FIGURE 12. 경중률 설정

그림 12에서 경중률 설정을 선택하고 설정을 누르면 새로운 경중률을 설정하기 위해 그림 13과 같이 전문가들의 설문을 통해 얻게 된 각 항목별 1:1 비교 가중치를 입력받게 되고, 입력된 값들이 AHP기법에 의해 각 항목별 경중률이 결정되게 되는데 이 때 정합비를 산출했을 시 정합도(CI)가 0.1 이하일 경우 결과값을 사용하며, 그 이상일 경우 경중률 재설정 내용의 메시지와 함께 경중률 설정을 위한 항목별 중요도를 다시 입력받게 된다.

3.2 노선별 평가 과정

경중률 설정을 위한 항목별 중요도 입력이 완료되면 그림 11로 돌아가게 되고 두 번째 단계로 노선별 평가를 실시하게 된다. 본 단계

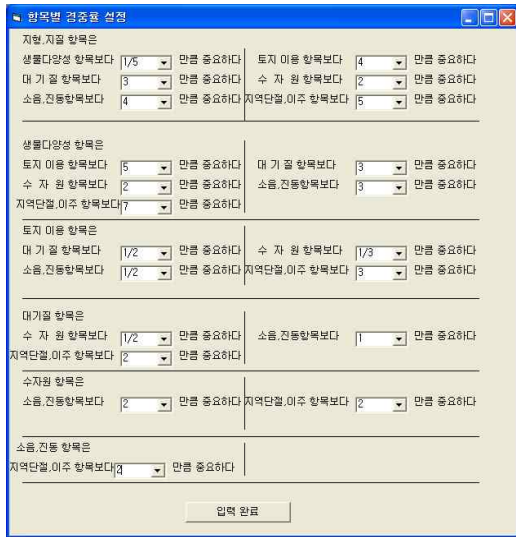


FIGURE 13. 항목별 경중률 설정 화면

는 대안노선들에 대한 각 항목별 GIS 분석이 이루어진 이후에 이루어지게 되는데 평가할 노선을 선택하고 선택된 노선들에 대해 그림 14와 같이 각각 항목별 평가 데이터를 입력받게 되는데 평가항목에 따라 GIS 분석 결과값을 비교해보면 지형지질, 생물다양성, 토지이용, 수자원 등의 항목과 같이 면적이나 체적 등으로 결과치가 나와 결과치 입력을 위해 별도의 계산이 필요한 항목들에 대해서는 사용자 편의를 위해 ArcGIS에서의 공간분석 처리 결과치를 변환 시킨 .dbf 형식으로 파일을 입력받게 하였으며, 소음/진동, 대기질, 지역단절 및 이주 항목과 같이 결과치가 피해건물 수와 같은 간단한 수량으로 나오는 경우에는 숫자로 입력하는 방법을 사용하였다. 그리고 문화재 항목은 전문검토기관 및 제도가 별도로 시행되고 있으며, 그 협의결과에 따르기 때문에 타 항목과 비교가 필요 없는 항목이며, 노선별 평가 시 문화재 영향을 받을 경우 평가노선에서 제외된다는 메시지와 함께 해당노선은 평가노선에서 제외되게 하였다. 본 연구모델지역에서는 문화재 영향권에 있는 노선은 없었기 때문에 해당사항이 없는 것으로 볼 수 있다.

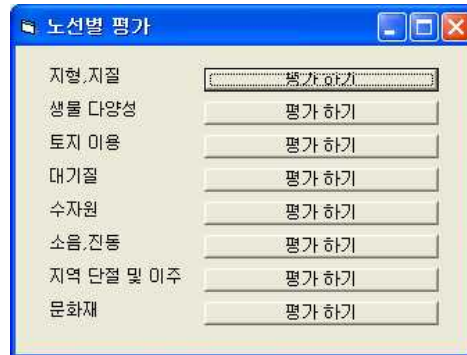


FIGURE 14. 항목별 평가데이터 입력

3.3 최적노선 결정

그림 11의 최적노선 의사결정시스템 메인화면에서 평가결과를 선택하면 각각 과정을 거치면서 결정된 항목별 경중률과 대안노선들에 대한 각각의 항목별 입력값들에 의해 노선별 평가결과가 나타나게 된다. 그림 15는 본 시스템의 마지막 단계인 평가결과보기의 화면으로 평가항목의 경중률 부분에서는 본 평가에 사용된 경중률 결정을 위한 항목별 일대일 중요도를 다시 한번 더 확인할 수 있게 하였고, 정합비 및 정합도가 계산되어 사용자가 확인할 수 있게 되어있다. 아래의 노선평가 결과부분에서는 평가를 실시하는데 있어서 사용된 각 항목별 경중률과 대안노선별 각 항목의 점수를 나타내고 있다. GIS 공간분석 단계에서 산출한 각 항목에서의 결과치는 환경에 대한 피해정도를 나타내기 때문에 결과치를 환경친화적인 점수로 전환하기 위해 결과치들의 상대적인 값들을 구하고 그 값들에 역수를 취하였다. 그리고 그 값들을 다시 각 항목별 전체 1로 봤을 때의 상대적인 값들로 변환을 하고 마지막으로 각 항목별 경중률을 곱하여 해당노선의 항목별 환경점수를 산출하고 있다. 노선별 평가점수의 합계를 보면 제 1노선이 점수가 가장 높아 환경적으로 최적인 것으로 판단 할 수 있고, 그 아래에 자동적으로 평가결과를 제시할 수 있게 프로그램을 구성하였다.

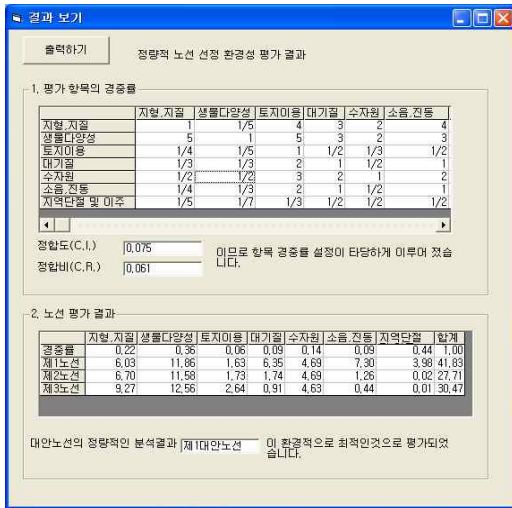


FIGURE 15. 정량적 노선선정 환경성 평가결과

결론

GIS와 AHP기법을 활용한 사전환경성검토 의사결정시스템 개발에 관한 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 사전환경성검토에 GIS를 활용함으로써 주관적이고 체계적이지 못했던 기존방법에 비해 많은 정량·정성적 자료의 객관적이고 합리적인 분석을 할 수 있었으며 이를 AHP기법 기반의 의사결정시스템에 활용함으로써 과학적인 의사결정을 할 수 있었다.

둘째, 본 연구에서 개발한 GIS와 AHP기법을 활용한 종합의사결정시스템의 적용가능성을 확인하기 위해 기존의 사전환경성검토가 수행된 지역인 기장~장안간 국도의 대안노선에 적용한 결과 기존 최적대안노선의 결정으로 적용성부분에서 개발된 시스템의 적합성을 충분히 확인할 수 있었다.

셋째, 사전환경성검토에 본 시스템을 활용한다면, 기존 방법에 비해 최적대안노선 결정에 소요된 시간이나 인력을 포함해 경제적으로 효율성이 클 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서 개발된 GIS기술을 활용한 AHP 기반의 종합의사결정시스템은 환경분

야의 민원발생 시 과학적인 처리에 의한 객관적인 수치결과로 설득효과와 보다 신속한 건설공사 추진에 그 활용성이 매우 클 것으로 판단된다.

그리고 본 연구에서는 정량적인 분석이 가능한 8개 항목에 대해서만 GIS 분석을 수행하였다. 따라서, 보다 실용적인 의사결정시스템 개발을 위해서는 사전환경성평가 항목 중 GIS 분석을 수행한 항목 외 기타항목에 대한 GIS 분석 방법론에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. **KAGIS**

참고 문헌

건설교통부. 2002. 환경친화적인 도로설계기법 연구.

구자훈, 성금영. 2001. 토지이용계획의 용도별 적지분석에 있어서 퍼지이론 및 계층분석과정(AHP)의 활용. 한국지리정보학회지 4(1):34-46.

노태호, 정인주, 이성록. 2005. 노선 선정에서 계층분석과정을 이용한 GIS의 적용. 한국지리정보학회지 8(2):55-67.

부산지방국토관리청. 2002. 기장~장안간 국도4차로 확장공사 실시설계 환경영향평가서. 건설교통부.

배민기, 장병문. 1998. 지리정보체계를 이용한 일반폐기물 매립후보지의 입지선정에 관한 연구. 한국지리정보학회지 1(2):14-25.

최준규. 2002. 환경친화적 도로노선 선정을 위한 정량적 평가기법 개발에 관한 연구, 건국대학교 대학원 박사학위 논문. 1-181쪽.

토마스 사티. 2000. 리더를 위한 의사결정. 동원출판사. 1-325쪽.

황국웅. 2003. 지리정보체계(GIS)와 계층분석과정(AHP)을 이용한 토지자원평가에 관한 연구. 한국지리정보학회지 6(4):16-23.

Marina Alberti., 1991, "Suitability Analysis and Environmental Impact Modeling with Geographic Information Systems", URISA, vol. 2, pp.110-123.

http://www.ess.co.at/. EU ESS.

http://www.epa.gov/. U.S. Environmental Protection Agency. **KAGIS**