

환경친화적인 철도노선선정을 위한 주요환경인자 정량화 시스템 개발에 관한 연구

Study on the Development of Quantitative Assessment Computer System to Select Environment Friendly Railway

김동기[†]

Dong-Ki Kim

Abstract This study analyzed opinions of specialists checking of industrial environment, analysis of bid guideline to select environment friendly railway corridor and choose weight factors. Thus, 7 major categories were extracted from 20 EIA categories and essential supplement request items for environment friendly railway corridor selection. To select environment friendly railway corridors, many alternatives should be compared and the assessment of each alternative must be carried out on the basis of these 7 categories. To solve this problem, the selected method was AHP which simplifies the complex problems utilizing hierarchy, quantifying qualitative problems through 1:1 comparison, and extracting objective conclusions by maintaining consistency. As a result, a GUI-based program was developed which provides basic values of weighted parameters of each category defined by specialists, and a quantification of detailed assessment guidelines to ensures consistency.

Keywords : Environment Friendly railway corridor, Environmental effect factor, EIA(Environment Impact Assessment), Environmental weight factors, AHP(Analytic Hierarchy Process), Inconsistency Index, GUI (Graphical User Interface), Paired comparison

요 지 환경 친화적인 철도 노선선정에 관련된 전문가의 의견을 설문조사하여, 철도노선 환경에 영향을 미치는 주요 환경 영향인자를 연구하였으며, 주요 영향인자와 관련된 7개의 환경항목은 환경 친화적인 철도 노선의 대안 선정을 위한 6개 분야 20개 환경영향평가 항목에서 추출하였다. 최적의 철도노선을 선정하기 위해서는, 여러 대안은 비교되어야 하고 각 대안의 환경성 평가는 7개의 환경영향인자를 모두 고려하는 포괄적인 평가에 의해 행해져야 한다. 이 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 계층구조를 이용하여 복잡한 문제를 간단하고 객관적으로 결론을 내리는데 용이한 AHP 기법을 이용하였다. 이에 따라 전문가에 의한 환경평가항목의 가중치를 기본 값으로 정하고 GUI를 활용한 정량화 시스템을 개발하였다.

주 요 어 : 환경친화적인 철도노선, 환경영향인자, 환경영향평가, 환경가중치, AHP, 비일관성지수, GUI, 일대일비교

1. 서 론

우리나라의 경제발전에 따라 필연적으로 교통수요의 상승이 이루어졌으며 이에 따라 여러 가지 환경문제 역시 야기되고 있다. 이에 대한 해결방안으로서 광역·대량·고속 수송, 안전성, 정시성, 경제성, 에너지효율성 및 환경친

화성 등에서 우수한 장점이 있는 철도교통을 중심으로 정책수립이 장려되고 있다.

철도건설 사업은 타당성조사단계, 기본설계단계, 그리고 실시설계단계를 거쳐 최종설계가 완성되며 이에 따라 시공이 이루어진다. 철도노선 선정은 사업계획의 구상단계인 타당성 조사단계에서 시작하여 기본설계단계에서 대부분 확정되기 마련인데, 이때의 중요한 선정 기준은 경제성, 기술성, 안정성, 환경성 등이 있다.

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

[†] 책임저자 : 정희원, 서울산업대학교 철도전문대학원 건설공학과 박사과정 수료
E-mail : dgkim54@hanmail.net
TEL : (011)239-9602 FAX : (02)723-8865

제성 분석이 어려운 환경보전에 따른 편익은 거의 무시되고 있는 것이 사실이다.

우리나라에서 현재 진행되고 있는 철도건설 사업에서 환경 문제로 인한 논란이 제기되지 않는 곳이 거의 없다. 이에 따라 해당지역 주민이나 시민환경단체의 반발에 부딪혀 사업 진행 자체가 차질을 빚거나 난항을 겪고 있는 곳도 적지 않으며, 그 대표적인 경우가 지울스님의 도롱뇽 소송으로 알려진 경부고속철도(KTX) 천성산 관동 터널공사라 할 수 있다.

노선선정 단계에서 시행하는 사전환경성 검토제도는 타당성 조사 등 계획 초기단계에서 입지의 타당성, 주변 환경과의 조화 등 환경에 미치는 영향을 검토하는 것이며, 노선선정 후에 시행하는 환경영향평가는 철도건설 사업을 시행하는 과정에서 환경에 미치는 부정적인 영향을 미리 예측 분석하고 그에 대한 저감방안을 강구하는 제도이다. 이러한 환경영향평가단계의 평가기법은 완전하지는 못하나 어느 정도 자료가 축적되어 있는 상태이다. 하지만 노선을 선정하는 단계에서 시행하는 사전환경성 검토기법은 이에 대한 경험과 연구결과가 부족한 것이 사실이다.

일반적으로 철도노선 선정 시에는 3~5개 정도의 대안노선을 선정하며 각 노선의 환경영향의 비교는 노선별, 평가항목별로 수많은 장단점이 존재하고 평가기준이 다른 다수의 평가항목이 존재한다. 또한 각각의 평가항목이 여타의 평가항목보다 어느 정도 중요한지를 객관적으로 표현하기 어려운 상태에서 이를 종합하여 최적 노선을 선정해야 하는 어려움이 있다.

이러한 현실에 의거하여, 본 연구의 목적은 철도특성에 맞는 환경성을 고려한 최적의 노선을 선정할 수 있는 환경영향인자 정량화 시스템 개발로 정하였다.

연구의 범위와 방법에 있어서는 환경 친화적인 최적의 노선을 선정할 수 있는 환경영향인자를 현재 환경영향평가에서 활용하고 있는 20개의 항목 중에서 철도의 특성을 고려하여 노선선정 후에는 보완하기 어렵고 한번 훼손되면 복구가 곤란한, 즉 노선선정단계에서 반드시 검토해야 할 환경영향인자를 추출하였다. 이러한 추출 과정은 보다 전문적인 의견에 기초하기 위하여 환경정책평가연구원서 수행한 “환경친화적인 철도건설 지침”과 철도노선선정 전문가들의 설문조사 결과, 그리고 기 시행된 철도분야의 유사한 선행연구와 도로분야의 선행연구를 비교분석하였다. 이러한 추출 과정을 바탕으로 하여 결론적으로 철도노선선정에 영향을 미치는 주요환경영향인자의 정량화 시스템 개발은 환경영향인자와 같은 정성적인 문제를 일대일 비교를 통하여 정량화시킬 수 있고, 일관성을 유지시켜 최대한 객관적인 결론을 유도할 수 있다고 알려진 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하였다[1,2].

2. 정량적 평가기법 개발

2.1 정량적 평가기법 개요

환경친화적인 노선을 선정하기 위해서는 다수의 노선을 비교하여야 하며 또한 각각의 노선에 대하여 여러 항목의 평가를 시행하여야 한다. 동일한 평가항목은 평가기준 역시 동일하므로 정확한 비교가 가능하지만 철도의 노선은 1개의 평가항목으로 결정되는 것이 아니라 평가기준이 각각 다른 항목을 모두 종합한 결과를 가지고 최적노선을 결정하여야 하는 어려움이 있다. 또한 각 평가항목 간에는 평가기준 상호간에 이해가 상반되거나 계량화가 어려워 직관적인 판단을 요하는 평가기준들이 상존하기 때문에 서술형으로 제시되어 있는 평가항목에 대해서는 주관적인 판단이 많이 개입 될 수 있다. 그러므로 작성자의 의도대로 편중된 판단결과를 제시할 경우 이를 객관적으로 증명하기는 곤란하며 합리적인 최종 판단을 내리는 데 어려움이 발생한다. 이를 해결하는 방안으로 평가기법의 정량화시스템 개발에 대한 연구가 필요하였다.

본 연구에서는 계층분석과정(Analytical Hierarchy Process: AHP)을 적용하였다. 이 방법의 가장 큰 특징은 첫째로 분석과정이 간단하며 둘째로는 정량적 요소와 정성적 요소를 동시에 고려한 문제 해결형 의사결정방법이라는 점이다. 환경성 평가항목 및 평가 내용을 단순화하기 위하여 환경성 평가항목을 7개 항목으로 정리함으로써 정량화 시스템의 기본 이론인 AHP기법의 한계(평가항목 7±2개)를 벗어나지 않도록 하였다. 각 항목별 비교 값은 입력과 동시에 비일관성지수(I.I Inconsistency Index)를 산출해주며 이를 이용하여 의사결정자의 논리적 일관성 유지여부를 확인 할 수 있도록 하였다.

Saaty(1980)는 일반적으로 지수의 값이 0.1 이하의 기준을 적용한 경우 합리적인 평가, 0.2 이하일 경우는 허용할 수 있는 평가라고 하였다. 본 연구에서는 비일관성 지수의 값이 0.2 이하인 경우를 대상으로 분석할 수 있도록 하였으며, 비일관성 지수기준치를 초과할 경우 다시 입력할 것을 요구하여 일관성을 유지할 수 있도록 하였다. 또한 정량화 시스템에서 각 항목의 가중치에 대하여 전문가들에 의해 작성된 기본 값을 제공함으로써 사용자가 각 항목에 대하여 정확한 입력 자료가 부족한 경우 이를 대체할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 AHP기법의 적용상 타당성을 갖는 범위 내에서 간편하고 사용이 쉬운 GUI(Graphical User Interface) 방식을 채택하여 복잡한 수학적 원리의 이해 없이도 시스템을 사용할 수 있도록 컴퓨터 프로그램을 개발하였다[4,6].

2.2 평가항목의 선정

환경영향평가의 6개 분야 20개 항목 중에서 철도노선 선정 시 영향이 크게 미치는 항목을 추출하였는데, 추출과정에 있어서는 환경정책평가 연구원에서 수행한 “환경친화적인 철도건설지침(안)”에서 제시한 환경영향인자 항목과 철도노선선정에 참여한 경력이 있는 전문가의 설문조사에 의해 나타난 환경영향인자항목을 비교 분석하여 전문성을 기하였다.

한국 환경정책평가연구원에서 수행한 “환경 친화적인 철도건설 지침”에서 제시한 철도에서의 주요 환경영향인자 항목은 대기질, 수질(지표·지하), 지형·지질, 동·식물상, 자연환경자산, 소음·진동, 위락·경관으로 7개의 중점 환경영향 항목으로 제안하였다.

전문가 설문에 참여한 인원은 총 58명으로 철도전문가 27명과 환경전문가 13명, 그리고 교통전문가 6명, 도시계획전문가 8명, 측량 및 지형정보전문가 4명으로 구성하였으며, 설문 참여인의 실질적인 경험을 본 설문에 포함시키기 위하여 자격이 있고 실무 경험이 풍부한 경력자를 설문 대상으로 포함시켰다. 조사방법은 20개 항목 중 철도노선 선정에 영향이 미치는 항목 순으로 선택하도록 하였다.

Table 1. Environment Effect Examination Item Order by Specialist's Question

Section	Rail way	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	
participant (persons)	27	13	6	8	4	58	

전문가에 의한 설문 조사 결과는 Table 1과 같다. 환경영향평가 지침의 6개 분야 20개 항목분야 중 동·식물상, 지형·지질은 각 전문가 분야에서 공통적으로 높은 의견이 제시되었으며, 그 외 자연환경자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 토지이용, 위락·경관 등은 각 전문가 그룹마다 우선순위의 차이는 있지만 비교적 높게 나타났다. “환경친화적인 철도건설지침(안)”과 철도 노선선정 관련 전문가들의 설문조사 결과를 비교 분석 한 결과 평가 항목의 우선순위는 동·식물상 > 지형·지질 > 자연환경자산 > 소음·진동 > 위락·경관 > 수질(지표·지하) > 대기질 순으로 나타났다.

Table 2에는 전문가 설문의 분석 결과와 “환경 친화적인 철도건설지침”에서 제안한 환경영향항목에서 제시한 항목의 우선순위를 정리하여 나타내었다[5,7].

Table 2. Railroad Construction Project Environmental Assessment Examination Item

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

2.3 계층구조도

본 연구에서는 AHP 기법의 세분화과정을 통하여 정량적 시스템을 개발하기 위한 우선 단계별 요소를 최적노선, 평가항목, 세부평가항목, 대안노선의 관계를 나타내는 4단계 계층구조로 만들었다. 이와 같이 문제를 계층적으로 분류함으로써 상황을 구체화시킬 수 있으며, 복잡한 문제를 명확하고 쉽게 이해할 수 있도록 할 수 있다. 이렇게 문제 해결을 위한 계층구조를 구성하는 것은 AHP 기법의 가장 중요한 출발점이다.

계층도 작성 시에는 맨 위에 최적노선을 위치시키고, 그 밑에 대안을 평가하기위한 7개의 평가항목과 그에 따른 16개의 세부항목을 나열한 다음 최적노선과 연결하고 마지막으로 대안노선을 나열한 후 평가항목과 세부항목을 연결하게 된다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같은 계층 구조를 갖는 환경성검토 정량화 시스템을 구축하였다.

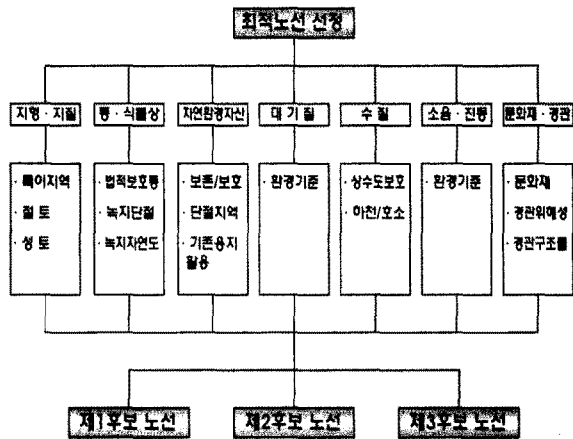


Fig. 1. Hierarchy Structure

2.4 집단 의사결정의 통합

AHP에서 집단 의사결정을 종합하는 방법은 크게 두 가지로 나뉜다(Saaty, 1980). 첫 번째 방법은 평가자들의 의견을 토의와 투표를 통하여 결집하고 이를 근거로 단일 일대일 비교행렬을 작성하는 집단평가방법이다.

두 번째 방법은 수치통합방법으로서, 이는 집단의 참여자가 행한 각각의 일대일 비교행렬을 수집하고 집단 전체의 평가치를 수치통합하여 가중치를 구하는 방법이다. 본 연구에서는 두 번째 방법이 연구효율과 정확성을 확보하는 면에서 유리하다고 판단하여 이를 적용하였다[8].

수치통합방법은 일대일 비교행렬에 의해 전체 평가자의 평균값을 기하평균으로 통합하고, 이를 원소로 하는 단일 일대일 비교행렬을 구성하는 방법으로 하였다.

2.5 평가항목별 가중치 설정

제1후보노선에서 제시한 평가항목과 세부평가 항목의 선정 기준은 현재까지 수행한 철도건설사업의 환경영향평가서에서 제시한 검토의견 중 노선선정에 관계되는 세부평가 항목을 종합 분석하여 선정하였다.

선정된 각 항목에 대한 평가기준은 Fig. 1에서와 같이 지형·지질의 경우에는 특이지역, 절토, 성토이며, 동·식물상의 경우 법적 보호종, 녹지단절, 녹지자연도, 자연환경자산의 경우 보호/보존, 단절지역, 기존용지 활용, 대기질과 소음·진동의 경우에는 환경기준으로, 수질은 상수도 보호와 하천/호수로 구분하였으며 마지막으로 문화재·경관의 경우에는 문화재, 경관위해성, 경관구조물로 구분하였다.

본 연구에서 위에서 분류한 세부항목에 대한 가중치의 산정은 단일 일대일 비교행렬에 의해 구성하는 방안으로 AHP기법 상용 프로그램인 Expertchoice를 이용하였다. 이 상과 같이 설정된 항목별 가중치는 본 정량화 시스템에서 항목별 가중치의 기본 값으로 사용하게 되며, 의사결정 참

여자들의 편중된 가중치 설정을 제한하고 합리적인 가중치를 선정할 수 있도록 유도하는 기준값을 제공하도록 하였다

Table 3은 항목별 가중치에 대한 전문가 의사결정결과를 나타내었다.

Table 3. 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	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0.164
Flora/Fauna		1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	0.307
Nature Property			1	1/2	1/2	1/2	1/2	0.150
Air Pollution				1	1/2	1/2	1/2	0.056
Water(Surface/Underground)					1	1/2	1/2	0.100
Noise/Vibration						1	1/2	0.136
Cultural Assets/Visual Impact							1	0.086

Inconsistency Index(I.I) : 0.03

노선선정 의사결정자는 대부분 환경 전문가가 아닌 철도 건설 전문가이며, 환경적 전문 지식이 환경 전문가에 비하여 취약하기 때문에 의사결정자 스스로 항목별 가중치를 임의로 결정하게 되면 오히려 환경적으로 문제점이 발생할 수 있다. 평가항목별 가중치의 설정은 본 연구에서 개발한 노선선정 환경성평가 정량화 시스템개발에 중요한 의미를 갖는 부문이며, 이러한 가중치에 따라 최종 결과에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

3. 정량화 시스템 개발

실제 노선선정 의사결정자는 대부분 환경 전문가가 아닌 철도건설 전문가이며, 우선순위로 기술성과 경제성에 치중하고 있다. 그러나 최근 환경성에 대한 현안은 노선선정단계에서 잘못된 판단이나 인식 부족으로 자연 환경이 일단 훼손될 경우 회복이 불가능하거나, 경제적으로 막대한 비용이 소요되므로 이를 방지하기 위해서는 누구나 쉽게 환경성을 검토할 수 있는 시스템의 개발이 필요하게 되었다.

본 연구에서 개발된 친환경적인 철도노선 환경성 평가 정량화 시스템은 노선선정 의사 결정자들이 쉽게 환경성을 검토하도록 개발하였다. 철도노선선정 환경성 정량화시스템은 사용자 편의적 측면에서 PC기반 MicroSoft사의 Windows

9x, Me, 2000, XP 환경 하에서 작동하는 GUI(Graphical User Interface) 형태의 프로그램으로 개발하였다. Fig. 2, 3 은 그 흐름도를 나타내었다[10,11,12].

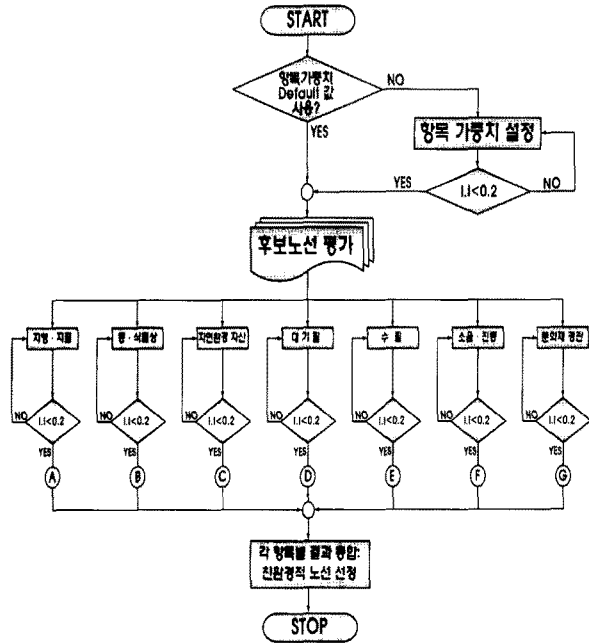


Fig. 2. Main Flow Chart Diagram

본 프로그램은 총 4단계로 나눌 수 있다. 제1단계는 각 환경성검토 항목별 가중치 산정단계로서, 기본 값으로 사용하거나 또는 사용자 스스로 가중치를 산정할 수 있다.

제2단계는 각 세부 항목별 가중치 산정단계로서, 기본 값 또는 사용자 스스로 가중치를 산정할 수 있다.

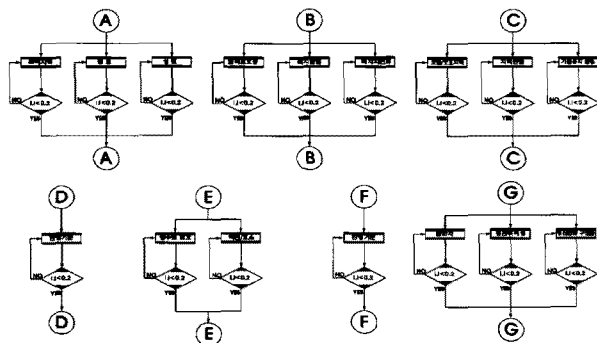


Fig. 3. Sub Flow Chart Diagram

제 3단계는 Fig. 3에서와 같이 총 16개 세부항목에 대하여 각 후보 노선별로 일대일 비교를 통해 각 후보노선의 점수를 부여하게 된다. 마지막으로 제4단계는 정량적 환경성 검토 분석 결과의 출력이다.

3.1 정량화 시스템 실행

3.1.1 메인화면

철도노선선정 환경성평가 정량화시스템의 메인화면은 Fig. 4와 같이 제작하였다. 1단계에서는 항목 가중치를 설정하며, 2단계에서는 세부항목의 가중치 설정과 후보노선별 환경성 평가를 정량적으로 수행하게 된다.

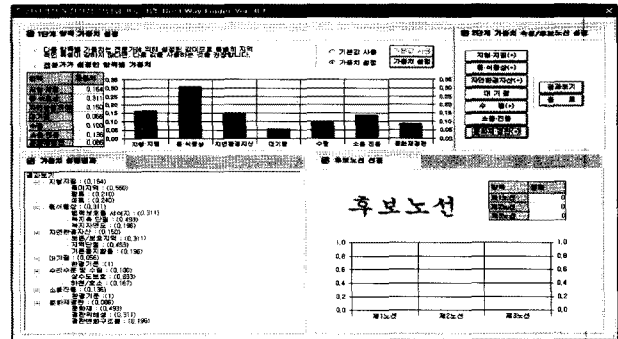


Fig. 4. Program 1st Step Main View

1, 2단계에서의 항목별 가중치는 전문가에 의해 작성된 기본 값을 사용하거나, 사용자 스스로 가중치를 설정 할 수 있게 함으로서 지역적인 특성과 설계상의 특성을 반영 할 수 있도록 하였다. 3단계에서는 세부항목과 후보노선을 평가함으로써, 프로그램 사용의 편의성을 극대화 하였다. 위의 Fig. 4는 메인화면에서 2단계의 지형·지질 항목의 버튼을 클릭하면 2, 3단계 화면이 나타나며, 기본 값을 사용하여 노선을 평가한 사례이다.

Fig. 5는 노선의 우선순위를 비교하기 위한 자료를 입력 하는 화면이다.

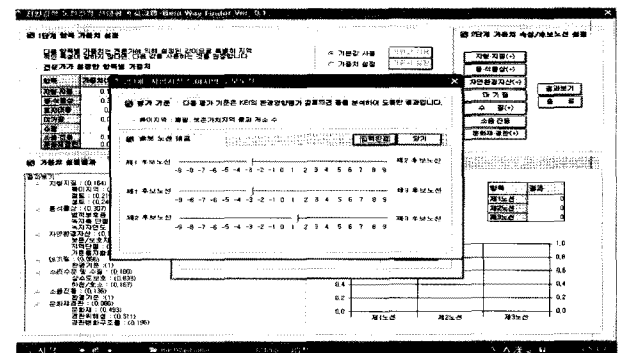


Fig. 5. Program 2nd Step Data Input View

3.1.2 결과보기 화면

결과보기 화면은 Fig. 6에 도시하였다. 화면에서 상단부분은 7개 환경평가 항목에 대한 입력값과 AHP기법에 의해 계산된 가중치 그리고 비일관성지수를 종합하여 나타날 수

있도록 개발했다. 하단부분에서는 후보노선과 7개 환경평가항목과의 노선점수, 그리고 비일관성지수가 나타나도록 하였다. 화면의 최하단부분에는 어느 후보노선이 환경적으로 최적 평가되었는가를 나타나도록 하였으며, 상단 우측의 프린터 버튼을 클릭하면 출력 할 수 있고 종료버튼을 누르면 본 프로그램은 종료되도록 하였다.

3.2 타프로그램과 비교 분석

본 프로그램의 결과를 확인하기 위하여 AHP 전용 프로그램인 Expertchoice[15]과 Excel을 사용하여 결과를 비교하였다. 입력 자료는 전문가들의 설문에 의한 Table 3의 기본 값을 사용하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램과 Excel을 이용하여 산출한 값을 비교한 결과 주요환경평가항목 7개와 세부 환경영향평가 16개의 가중치는 일치하였고, 비일관성지수(I.I)의 값도 일치하였으며, 세부항목별에 대한 후보노선의 노선점수 역시도 각각 일치하였다.

4. 고 찰

본 연구에서는 기본설계 단계에서 철도노선 선정 시 의사 결정자들이 쉽게 환경성 검토를 할 수 있는 시스템을 개발하고자 하였다. 철도노선선정에 영향이 미치는 주요 환경영향인자의 정량화 시스템 개발에 있어서는 환경영향인자와 같은 정성적인 문제를 일대일 비교를통하여 정량화시킬 수 있고,

다. 그리고 실제 노선선정의 의사결정 참여자들은 환경적 전문 지식이 환경 전문가에 비하여 취약한 점을 고려하여 정량화 시스템개발에 필요한 각 영역별 가중치들은 환경전문가들에 의해 사전 검증된 가중치를 기본 값으로 사용함으로써, 노선선정에 참여하는 의사 결정자들이 환경적인 오류를 방지하도록 하였다. 또한, AHP기법을 기반으로 한 시스템개발은 사용자 편의적 측면을 고려하여 누구나 쉽게 사용할 수 있는 GUI(Graphical User Interface) 형태의 프로그램으로 개발하였다.

철도 노선선정에 영향을 미치는 환경영향인자는 환경정책평가연구원에서 수행한 “환경친화적인 철도건설 지침”과 철도노선선정 전문가들의 설문조사를 통하여 평가항목 7개와 세부평가항목 16개를 추출하였다.

추출된 평가항목과 세부평가항목에 대한 가중치의 설정은 일대일 비교행렬에 기하평균으로 통합하고, 단일 일대일 비교행렬을 구성하는 방법으로 수행하였으며 여기에는 AHP 프로그램인 Expertchoice를 이용하였다

시스템 개발 프로그램에서는 각 항목 입력단계별로 비일관성지수(I.I Inconsistency Index)를 산출해주며 지수값을 0.2 이하인 경우를 대상으로 하였다. 비일관성 지수기준치들 초과할 경우 다시 입력할 것을 요구함으로써 일관성 있는 각 항목별 비교를 유지할 수 있도록 하였다.

정량화시스템의 성능을 검증하기 위하여 전문가들에 의해 확인된 기본 값과 Excel에서 산출한 값을 비교한 결과 모든 값이 잘 일치하는 것을 확인하였다.

선행연구의 자료를 찾아본 결과 환경친화적인 철도노선선정에 대한 직접적인 연구 자료는 없었으며 유사한 선행연구 자료로는 정인수(2007)의 “폐지추론과 AHP기법을 이용한 택지개발사업의 환경친화적인 대안평가 방법론”, 김관중(2007)의 “도로계획 및 설계시 최적 노선대 선정을 위한 전산모형 적용성”, 최준규(2002)의 “환경친화적인 도로노선선정을 위한 정량적 평가기법 개발”, 양인태(2001)의 “도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용 연구에 대한 연구” 등 도로건설 사업에 대한 연구들이 있었지만, 아직까지 철도건설 사업에 대한 기초자료가 부족한 실정이다[11-14].

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

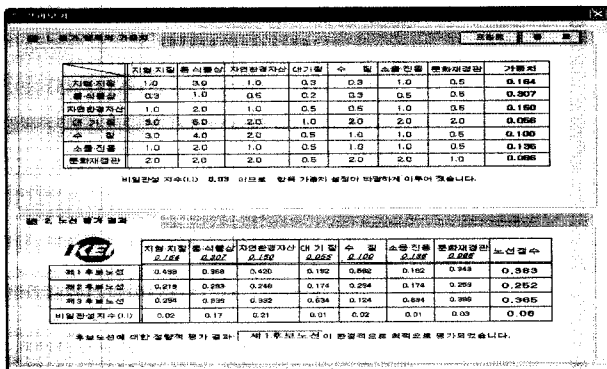


Fig. 6. Program Result View

일관성을 유지시켜 최대한 객관적인 결론을 유도할 수 있다고 알려진 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하였다[1,2].

연구 절차는 철도노선선정에 중요한 영향을 미치는 환경영향인자를 정량화 시스템의 기본 이론인 AHP기법의 한계(평가항목 7±2개)를 벗어나지 않는 범위에서 추출하였

특성에 맞추어 설정하였다.

셋째, AHP평가 시스템을 개발하는 도로분야의 선행연구에서는 3단계의 계층구조를 활용하였지만 본 연구에서는 4단계계층구조를 이용하여 17개 항목의 평가 기준을 세부적으로 적용하여 보다 높은 정밀도를 확보하였다.

넷째, 또한 입력된 자료 전반에 대한 일관성 여부를 확인할 수 있도록 비일관성 지수 (I.I)를 0.2이하로 정하고 이를 넘어설 경우에는 재입력 하도록 하는 프로그램을 내장하여 특정한 항목에 대하여 편중된 가중치를 부여할 수 없도록 하여 객관성을 확보하였다.

다섯째, 환경친화적인 철도노선선정을 위한 주요환경영향인자 정량화 시스템을 개발하여 노선선정 의사 결정자들이 환경성에 대해서 쉽고 빠르고 객관적으로 의사 결정이 가능하도록 하였다.

5. 결론

본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 환경영향평가 단계에서 검토가 요구되는 20개 평가항목 중 철도의 노선선정단계에서 고려하여야 할 주요 환경영향 평가항목을 7개(지형·지질, 동·식물상, 자연환경 자산, 대기질, 수질, 소음·진동, 문화재·경관)로 전문가의 설문을 통하여 축소 추출할 수 있었다.

둘째, 정성적인 문제를 일대일 비교를 통하여 정량화시킬 수 있고, 일관성을 유지시켜 객관적인 결론을 유도할 수 있다고 알려진 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 철도 노선선정에 적용하여 정량화시스템을 개발 할 수 있었다.

셋째, 철도노선을 선정하기 위한 검토시간을 상당 부분 감소시킬 수 있으며 빠른 시간 내에 환경적으로 가장 우수한 노선을 선정할 수 있고, 이해 당사자들에게 선정된 노선에 대하여 과거보다 더 객관적이며 합리적인 설명이 가능하였다. 넷째, 향후 본 연구 결과를 확대하여 경제성과 기술성을 고려한 모든 분야를 모두 종합적으로 고려한 최적의 노선을 선정할 수 있는 정량적 평가시스템 개발에 대한 추가연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 한국철도시설공단에서 한국 환경정책평가연구원에 위탁한 환경 친화적 철도설계기법사업의 연구결과와 일부이며 모든 관계자 분들에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김동기(2007), "환경 친화적인 철도 노선선정 정량화 기법 사례의 검토", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집 pp.412-417.
2. 김동기(2006), "환경 친화적인 철도노선선정을 위한 주요환경영향연구", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집 pp.1173-1178.
3. 환경부, 건설교통부(2007), "환경친화적인 철도건설지침(안)".
4. 한국철도시설공단(2007), "환경친화적 철도설계기법연구 최종 보고서" pp.209-332.
5. 한국철도시설공단(2007), "환경친화적인 철도건설편람" pp.5-179.
6. 한국철도시설공단(2006), "호남고속철도 기본계획 조사연구용역" pp.639-686.
7. 한국정책평가연구원(2004), "철도건설사업의 주요환경영향에 관한연구" pp.91-171.
8. 김성희 외2인(2006), "의사결정 분석 및 응용", 영지문화사.
9. 조근태 외2인(2005), "계층분석적 의사결정", 동형출판사.
10. 한국개발연구원(2002), "교통부본사업 예비타당성 조사의 환경비용추정 연구", pp.240-275.
11. 정인수(2007), "퍼지추론과 AHP기법을 이용한 택지개발사업의 환경친화적인 대안평가 방법론", 인천대학교 공학박사학위 청구논문, pp.98-126.
12. 김관중(2007), "도로계획 및 설계시 최적노선 선정을 위한 전산모형 적용성 연구", 한양대학교 박사학위논문 p.32-p.74.
13. 최준규(2002), "환경친화적 도로노선 선정을 위한 정량적 평가 기법 개발에 관한 연구", 건국대학교 박사학위 청구논문 pp. 55-102.
14. 양인태(2001), "도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용 연구" 대한토목학회논문집 제21권 제2-D호 pp.247-253.
15. Expertchoice사, [Http://www.expertchoice.com](http://www.expertchoice.com)
16. 환경정책평가연구원, <http://www.kei.re.kr/>
17. 환경영향평가 정보지원시스템, <http://eiass.go.kr>

접수일(2008년 8월 22일), 수정일(2009년 2월 17일),
게재확정일(2009년 2월 19일)