

AHP 기법을 이용한 도로의 노선 선정시 다중인자의 정량화 연구

The Quantification Research of Multi-Factors for Route Determination Using AHP Technique

양인태* · 김동문** · 최승필***

Yang, In Tae · Kim, Dong Moon · Choi, Seung Pil

요 旨

대부분의 노선선정에 있어서 GIS의 적용은 노선선정시 고려되는 토지이용, 토공량, 지가등 몇 가지의 기본자료를 선택하여 데이터베이스를 구축하고 구축한 데이터를 분석하여 노선선정 방안을 제시하고 있다. 그러나 이러한 방안은 노선선정시 고려되는 다중인자들에 대한 복합적인 고려가 미미한 단계라고 할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 GIS를 이용하여 최적노선 선정시 다중의사 결정 지원 및 노선선정 절차의 표준화를 시도하여야 한다. 따라서, 본 연구에서는 도로의 최적 노선선정시 AHP기법을 이용하여 다중인자의 정량화를 시도함으로써 노선선정에 이용되는 자료가 효율적으로 제공되어 최적의 노선선정이 되도록 하였다. AHP기법을 적용한 결과 종래의 노선선정시 다중인자들의 경중률을 임의로 적용하던 것보다 합리적으로 최적노선을 선정할 수 있었다.

ABSTRACT

The application of GIS for most route determination is provided by selecting several basic data such as land use, land construction quantity and land price, and then establishing a database to analyze for the route determination. However, this strategy rarely considers the complicated multi-factors that are essential for route determination. To solve this problem, it is required to use the GIS and attempt to support the decision of majority for optimum route determination and standardize the route determination procedure. Accordingly, in this study, the qualification of multi-factors was attempted using the AHP technique, and so the data for the route determination was provided effectively, which resulted in the optimum route determination. As a result of applying the AHP technique, optimum routes were selected more rationally than randomly applying the values of multi-factors as before.

1. 서 론

노선선정은 도로가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 대상지역의 여러 가지 조건을 고려하여 가장 적합한 노선의 위치를 결정하는 과정을 말하며, 도로망 계획을 기초로 노선이 통과해야 할 위치와 구조를 결정해야 하므로 공학적 판단뿐만 아니라 행정적 판단이 요구되고 있으나, 이제까지의 노선의 위치선정은 도로에 영향을 미

칠 수 있는 다양한 사회·경제적 조건들과 그들의 공간적 분포, 그리고 도로의 신설 또는 확장이 가져올 공간적 영향에 대한 엄밀한 분석없이 도로계획수립 시점에서 사용 가능한 일부 자료에 의존하여 수작업과 평면 지형도에 의존한 종·횡단면도 작성, 비교노선 선정, 토공량 산정 등의 작업에 많은 시간과 인력을 소모할 뿐만 아니라 다소 주관적으로 이루어져 왔다.

그러나, 토목의 계획과 설계분야에 컴퓨터가 도입되면서부터 대량의 정보를 동시에 처리할 수 있는 능력과 그에 따르는 새로운 가능성을 우리에게 보여주고 있다.¹⁾

특히, 지형공간정보체계(GeoSpatial Information System : GIS)는 지형 및 지물에 관한 정보를 수집·저장·분

*강원대학교 토목공학과 교수

**강원대학교 토목공학과 박사후 과정

***관동대학교 토목공학과 교수

석하여 각종 자료와 조직을 체계화할 수 있으며, 공간정보와 속성정보를 효율적으로 결합하여 주어진 문제의 해결 및 의사결정에 이용할 수 있다.

또한 방대한 양의 자료관리 및 지형공간정보체계를 사용자가 원하는 형태의 자료로 표현하는 기능이 우수하며, 뛰어난 공간표현 및 분석기능을 토대로 의사 결정을 돕는 보조수단으로 널리 사용되고 있다.

대부분의 노선선정에 있어서 GIS의 적용은 노선 선정시 고려되는 토지이용, 토공량, 지가 등 몇 가지의 기본자료를 선택하여 데이터베이스를 구축하고 구축한 데이터를 분석하여 노선계획 및 노선선정 방안을 제시하고 있다.

또한, 이들 노선 선정에 대한 작업의 대부분이 단일 작업별로 처리되고 있으며, 노선 선정 단계에 작용하는 다중 인자에 대한 복합적인 고려가 미미한 단계라고 할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여, 지형공간정보체계(GSIS)를 이용하여 최적노선 선정시 다중의사결정지원 및 노선선정 절차의 표준화를 시도하여야 한다.

이를 위해 계층화 분석기법(Analytic Hierarchy Process; AHP)이 사용되고 있으며 이 기법은 의사결정시 주 객관적인 요소들을 모두 고려할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 노선선정 및 다중 인자의 정량화와 관련된 문헌과 이론을 통하여, 최적노선선정을 위한 기초자료의 다중 인자를 정량화하기 위한 이론 중 AHP의 기능을 구현하는 프로그램을 개발하며, GSIS를 이용하여 지형자료를 구축/변환/적용/분석을 통하여, GSIS를 이용한 도로의 최적노선의 선정시 AHP기법을 이용한 다중인자의 정량화를 시도함으로써 노선선정에 이용되는 자료가 효율적으로 제공되어 최적의 노선선정이 되도록 하는데 있다.

2. AHP기법

2.1 개념

의사결정자는 의사결정시 판단기준이 서로 상충하는 대안을 선택하여야 할 때가 있는데 이때 AHP기법은 다수의 목적을 포함하는 의사결정시 사용되는 유용한 기법이며 판단기준이 많을 경우, 상위계급과 하위계급의 연계가 이루어질 때 주로 쓰이는 방법이다.

일반적으로 다중 인자에 의한 평가 모형에서는 주어진

문제에 대한 평가 인자가 결정되면 각 인자별로 등급 범위를 나누고 각 범위에 등급 점수를 할당한다. 그러나 다중 목적, 다중 인자에 의한 의사결정 문제는 평가인자들을 계층구조로 구성함으로써 상대적 중요성이 상이한 다중 인자에 의한 평가를 더욱 효과적으로 수행할 수 있다.

AHP기법은 이론적 기초를 가진 경험 있는 전문가의 지도에 따라 적용될 경우에는 바람직한 의사결정 기법이 된다. AHP에 있어서 위계란 전체를 구성하는 인자들의 상호작용과 이들 인자들이 미치는 영향을 파악하기 위하여 전체구조를 추상화한 것으로서 전반적 대안으로부터 하위 단계의 대안으로 다시 하위 단계의 대안에 영향을 미치는 인자로 연결되는 형태를 갖는다. 따라서 위계구조화를 위해서 구성하는 인자들을 배열하고, 계층 내의 인자 사이의 상대적 중요성을 측정하여야 한다.

노선선정에 있어서 다중 인자들간의 우선순위결정이나 경중를 같은 의사결정이 필수적이다. 의사결정을 지원하기 위한 평가모형들은 많이 개발되어 왔으며 이들은 평가 기법, 평가 목적, 평가 대상 등에 따라 다양하게 발전되었다. 이러한 방법들은 전체 평가 과정전반에 걸쳐 또는 일부에 걸쳐서 적용될 수 있다.

2.2 의사결정과정

2.2.1 계층도 작성

AHP기법을 사용하여 문제를 해결하려면 우선 문제의 계층적 구조화, 쌍 비교, 최종종합의 관계를 취하여 계층 구조를 만들어야 한다. 그림 1과 같은 계층도의 작성시에는 맨 위에 평가의 목표를 위치시키고 그 밑에 대체안을 평가하기위한 평가기준을 옆으로 나열한 다음에 위의 평가의 목표와 선으로 연결한다. 그리고 평가기준의 밑에 대안을 나열하여 평가기준의 각 요소와 선으로 연결한다.

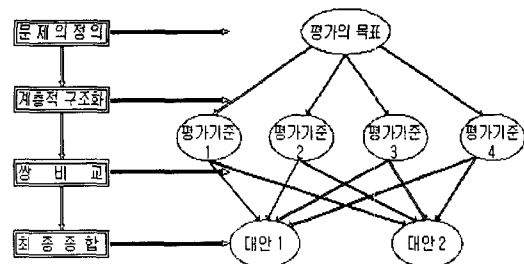


그림 1. 계층도

표 1. 쌍비교

요소 i와 요소 j의 상대적 중요성	중요도 수치(a _{ij})
i와 j가 동등하게 중요	1
i가 j 보다 약간 더 중요	3
i가 j 보다 강력하게 중요	5
i가 j 보다 매우 강력하게 중요	7
i가 j 보다 절대적으로 중요	9
중 간 값	2, 4, 6, 8

표 2. 쌍 비교 행렬 A

	A	B	C	D
A	1	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄
B	1/a ₁₂	1	a ₂₃	a ₂₄
C	1/a ₁₃	1/a ₂₃	1	a ₃₄
D	1/a ₁₄	1/a ₂₄	1/a ₃₄	1

2.2.2 쌍비교와 경중률 산정

평가기준들의 경중률과 설계 대안들의 평가 기준 선호도 산정시 한 번에 전체 비교를 하기 어렵기 때문에 쌍비교를 이용한다. “요소 i는 요소 j와 비교하여 어느 정도 중요한가?”에 대한 답으로 우리는 표 1과 같이 보통 똑같다(equal), 약간(weak), 꽤(strong), 상당히(very strong), 절대적으로(absolute)의 다섯 정도의 구별을 할 수 있다.

또한 좀더 정확함이 요구될 때 그 사이값을 이용할 수 있으며, 이와 같은 비교 행렬은 상황에 따라 좋다, 만족스럽다, 가능성 있다 등으로 대체될 수 있다.

표 2는 각 요소에 대한 쌍비교 행렬이다.

위의 표에서 만들어진 비교행렬을 이용해 그 경중률을 구하기 위해서는, 먼저 n개의 요소에 대한 경중률이 다음과 같은 벡터로 결정되었을 때 거꾸로 비교행렬의 a_{ij}는 w_i/w_j로 치환하고 n개 요소의 경중률 W^T= {w₁, w₂, w₃, w₄, ..., w_n}를 곱하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & 1 & \dots & w_3/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} \quad (2-1)$$

또는 (A - nI)W = 0

이때 n은 행렬 A의 고유값이 되며 경중률 벡터 W는

고유 벡터가 된다. 행렬 A의 2행 이하는 1행에 비례하므로 행렬 A의 Rank는 1이 된다.

따라서 고유값은 1개만이 0이 아닌 n이 되고 나머지는 모두 0이 된다.

일반적인 경우 비교 행렬 A는 위와 같은 이상적인 평가에 근접하기 때문에 λ_{max}는 n에 근사하게 된다. 따라서 비교 행렬 A를 만들었을 때 이로부터 λ_{max}와 그에 대한 고유벡터를 구해서 $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 이 되도록 표준화하면 n개의 요소들에 대한 경중률, 혹은 선호도가 된다.

$$AW = \lambda_{max} W \quad (2-2)$$

여기서, A : 비교행렬

W : 가중치 벡터

각 대안의 선호도에 각 평가 기준의 경중률을 곱해 대안별로 모두 합산하면 각 대안의 종합 평가값이 된다.²³⁾

2.2.3 정합성 평가

경중률을 계산하려면 일련의 쌍 비교에 일관성이 있어야 한다. 즉, “요소 i가 요소 j보다 중요하고 요소 j는 요소 k 보다 중요하다.”고 할 때 “요소 i는 요소 k 보다 중요하다.”는 것이 성립하여야 한다. 엄밀하게 모든 i, j, k에 대해 a_{ik} = a_{ij} * a_{jk}가 성립할 때 비교행렬 A는 정합성을 가지게 된다. 그러나 사람들이 비교 판단을 할 때 항상 정합성이 있다고 할 수 없다. 완전한 정합성을 가질 때 λ_{max} = n이 성립하고, 여기서 벗어나는 값을 행렬의 크기를 나타내는 n-1로 나눈 값

$$C.I.(Consistency Index) = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2-3)$$

을 정합도라 한다. 완전한 정합성이 있을 때 C.I.는 0이 되고 정합성이 작을수록 C.I.는 커지게 된다. C.I.의 값이 0.15 보다 크면 쌍 비교를 다시 할 필요가 있다. AHP는 일관성 비율(CR)에 의하여 판단의 일관성을 측정한다. CR은 10% 보다 크면 일관성이 없다고 보아 판단을 다시 하여 행렬을 재구성해야 된다. CR 값이 0이 되면 일관성이 완전한 상태이지만 일반적으로 CR은 0보다 크다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-4)$$

RI(Random Index)는 무작위 지수라고 하며 N 크기의

표 3. N×N쌍 비교행렬의 무작위 지수

N	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

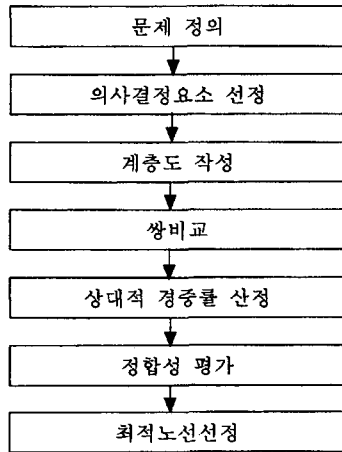


그림 2. 의사결정과정 흐름도

이원비교 행렬표에 의해 무작위로 생성된 여러개의 일관성 지수이다. 기준에 대한 의사결정자의 판단은 일관성 비율이 0.1 이하의 평가이면 양호한 결과로 이루어졌다고 하며 기준에 대한 우선순위 평가는 신뢰성이 매우 높다고 볼 수 있다.

AHP를 통해 노선선정에 이용하는 다중 인자간의 평가가 수행되었다면 인자간의 우선순위와 경중률이 결정된

다. 이러한 과정을 거쳐 각 인자들의 경중률을 이용하여 최적노선을 선정하는 단계로 GIS를 통한 일련의 작업 과정을 거쳐서 선정된다.⁴⁹⁾

최적의 노선을 선정하기 위한 의사결정과정을 요약하여 나타낸 것이 그림 2와 같다.

3. 실제적용

3.1 AHP기법에 의한 경중률 산정

Arc/Info에서 구축한 커버리지와 그리드 자료는 원시자료이다. 각각의 자료들에 경중률을 할당하여 적용해야 하는데 본 연구에서는 경중률 산정에 AHP기법을 이용하였다.

AHP기법은 최적노선선정에 관련된 인자들의 결정 계층을 조직화하여 쌍 비교를 하고, 이에 대한 일관성을 분석하였다. 분석을 위해서 각 인자를 경제, 기술, 사회, 환경적인 측면으로 분류하여 경중률을 산정하였다. 결정 계층은 4단계로 구성하였는데 1단계는 결정계층의 목표로 최적노선위치이고, 2단계는 그림 3, 4와 같이 각 단계별 대항목인 사회적 요인, 경제적 요인, 기술적인 요인, 환경적 요인의 결정 요인에 따른 인자로서, 최적노선 선정 기준을 바탕으로 대항목인 사회적 인자, 경제적 인자, 기술적인 인자, 환경적 인자의 세부 항목으로 구성하였다.

2단계 인자들을 표 4와 같이 분류하였다. 통계학적으로 인자의 수가 4개이므로 경우의 수가 24개가 가능하나

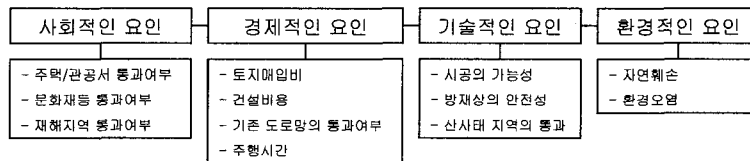


그림 3. 결정 요인

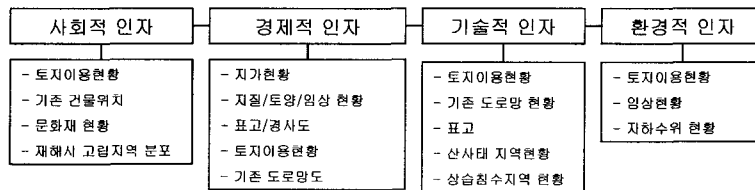


그림 4. 결정 인자

표 4. 2단계 인자들의 계획안별 분류

a. 경제적 측면 우선							b. 기술적 측면 우선							
	A	B	C	D	RIW	CI		A	B	C	D	RIW	CI	
경제적인자	A	1.000	0.250	0.200	0.167	0.060	0.02	기술적인자	A	1.000	0.250	0.200	0.167	0.060
기술적인자	B	4.000	1.000	0.500	0.333	0.178		경제적인자	B	4.000	1.000	0.500	0.333	0.178
사회적인자	C	5.000	2.000	1.000	0.500	0.288		사회적인자	C	5.000	2.000	1.000	0.500	0.288
환경적인자	D	6.000	3.000	2.000	1.000	0.474		환경적인자	D	6.000	3.000	2.000	1.000	0.474
c. 사회적 측면 우선							d. 환경적 측면 우선							
	A	B	C	D	RIW	CI		A	B	C	D	RIW	CI	
사회적인자	A	1.000	0.250	0.200	0.167	0.060	0.02	환경적인자	A	1.000	0.250	0.200	0.167	0.060
경제적인자	B	4.000	1.000	0.500	0.333	0.178		경제적인자	B	4.000	1.000	0.500	0.333	0.178
기술적인자	C	5.000	2.000	1.000	0.500	0.288		기술적인자	C	5.000	2.000	1.000	0.500	0.288
환경적인자	D	6.000	3.000	2.000	1.000	0.474		사회적인자	D	6.000	3.000	2.000	1.000	0.474

표 5. 3, 4단계 인자들의 계획안별 분류

기술적측면		사회적측면		경제적측면		환경적측면	
경사도	RIW	토지이용	RIW	경사도	RIW	경사도	RIW
<20%	1.66	주택지	2.41	<20%	2.41	<20%	2.94
21~40%	4.08	관공서	3.40	21~40%	5.92	21~40%	7.21
≥41%	9.93	하천	4.97	≥41%	14.39	≥41%	17.55
토양도	RIW	그린벨트	7.34	차질도	RIW	토지이용	RIW
배수양호	0.18	공동묘지	10.76	연암	0.52	나지	0.30
배수보통	1.02	종교시설	15.68	경암	1.29	초지	0.44
배수불량	1.19	문화재	22.73	극경암	3.15	경작	0.66
토지이용	RIW	고립지구	32.67	토지이용	RIW	산림	1.01
나지	0.10			나지	0.23	시가	1.52
초지	0.15			초지	0.33	습지	2.27
경작	0.23			경작	0.51	하천	3.36
산림	0.35			산림	0.77	임상도	RIW
시가	0.54			시가	1.16	경0, 영1, 밀A	1.70
습지	0.80			습지	1.74	경1,2,영2-4, 밀B	4.19
하천	1.19			하천	2.57	경3, 영5,6, 밀C	10.20
재해	RIW			토양도	RIW	지하수위	RIW
산사태위험	10.76			배수양호	0.25	1~3	2.65
상습침수지	7.34			배수보통	0.62	3.1~6.9	5.67
				배수불량	1.53	7~9	12.26
				치기분포	RIW	9.1이상	25.98
				산	0.61		
				밭	1.31		
				논	2.83		
				주거	6.00		
				임상도	RIW		
				경0, 영1, 밀A	0.36		
				경2,1, 영2-4, 밀B	0.88		
				경3, 영5,6, 밀C	2.15		

본 연구에서는 후보노선을 임의로 4개를 선택하여 분류 적용하였다. RIW는 AHP의 쌍비교 값으로 인자들의 경중률이며, CI는 인자 행렬의 일관성 지수로 행렬의 인자들에 경중률 적용에 대한 정합성을 평가하는 값이다.

3단계는 대항목에 관련된 하부 인자들로 구성되며, 4단계는 3단계 인자들에 할당될 수 있는 가치들이다. 여기서 일관성 지수(Consistency Index)는 정합성을 평가하기 위한 지표로서, 일대일 비교표가 완전한 정합성을 가지고 있다면 항목수의 추정값인 항목값의 평균값과 항목수가 같은 경우로 이때의 CI는 0의 값을 갖고 일반적으로 부정합성이 되면 될수록 CI도 커지게 된다. 일반적으로 CI가 0.15 이하이면 정합성이 비교적 양호한 것으로 판단하고 있다. 이 연구에서는 2단계에서 4단계까지 각 단계의 CI를 0.15 이하가 될 수 있도록 경중률을 조정하여 적용하였다. 다음의 표 5는 3, 4단계 인자들의 계획안별 분류로 기술, 사회, 경제, 환경의 각 측면을 중시한 경우의 경중률 산정 결과이다. 기술적 측면에 이용된 자료는 경사, 토양, 토지이용현황, 재해위험구분 등이며, 사회적 측면에 이용된 자료는 토지이용이고, 경제적 측면에 이용된 자료는 경사, 지질, 토지이용, 토양, 지가분포,

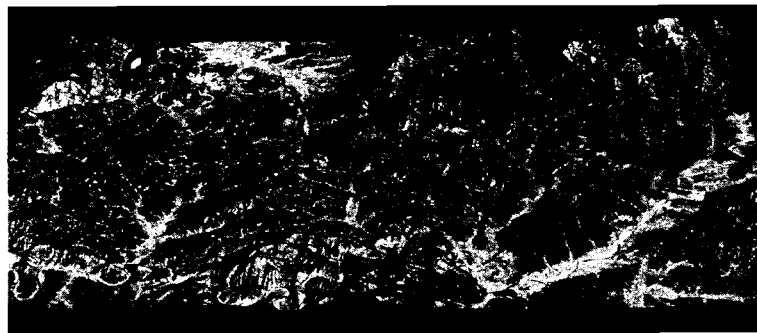
임상이다. 환경적 측면에 이용된 자료는 경사, 토지이용, 임상, 지하수위 등이다.

위와 같이, 최적노선선정시 경중률을 산정하여 적용한 결과, 기존의 연구에서 할 수 없었던 인자간의 경중률을 보다 합리적으로 결정할 수 있었다. 따라서 최적노선선정시 경중률을 산정하여 적용하면 최적노선선정에 효과적으로 사용 가능하다.

3.2 가시도 평가

가시도는 각 노선을 따라 노선에서 시야가 확보되는 영역이다. 이것은 마치 차량의 운전자가 운전을 하며 볼 수 있는 가시권이라 할 수 있다. 후보노선에 대한 가시도 평가는 특정 위치에서의 가시영역을 확인할 수 있으며 4가지 측면을 고려한 노선별 가시도를 통해 노선의 가시도 평가를 할 수 있다. 그림 5는 AHP기능을 구현한 프로그램을 통하여 계산한 다중인자를 정량화하여 얻어진 경중률을 GIS를 통하여 4개 노선을 자동으로 계산한 후에, 얻어진 각 노선에 대한 가시도 또는 가시권에 대한 분석을 GIS를 통하여 얻어진 3차원 영상도이다.

이를 위해서 사용한 단가는 한국도로공사에서 사용하



■ 경제 측면 ■ 환경 측면 ■ 사회 측면 ■ 기술 측면

그림 5. 후보노선의 3차원 영상

표 6. 최적노선 선정시 전제 조건

	구 분	토 공 비	교량공사비	터널공사비
설계속도	100 km/hr			
도로의 종류	고속도로	179(억원/km)		
도로지역	지방부		46,209.5 (천원/m)	33,957 (천원/m)
차로수	4차선	절토 단가 : 10,483.33원/m ³ 성토 단가 : 1,065.30원/m ³		(NATM 공법 적용시)
중단구배	최대 6%			

표 7. 후보노선별 비교 평가

	후보노선 1	후보노선 2	후보노선 3	후보노선 4
비 고	경제적 측면 고려	환경적 측면 고려	사회적 측면 고려	기술적 측면 고려
가 시 도	보통	매우 좋음	좋음	안 좋음
노선 연장(km)	22.548	22.889	25.731	22.251
차 로 수	4	4	4	4
구 조 물	터널 5개소 교량 2개소	터널 6개소 교량 2개소	터널 5개소 교량 2개소	터널 5개소 교량 2개소
토공비(억원)	1,214.04	2,123.28	2,191.30	2,310.67
구조물건설비(억원)	3,997.30	4,205.48	3,561.48	3,608.33
총비용(억원)	5,711.34	6,328.76	5,752.78	5,919.00

는 고속도로 타당성조사 및 기본설계 실무편람을 참고하였다.

3.3 최적노선 평가

최적노선을 평가하기 위해서는 각 노선별 토공비, 교량 공사비, 터널 공사비를 계산해야 한다.

교량의 후보위치는 노선이 하천을 횡단하는 곳을 대상으로 하였으며, 터널의 후보위치는 절토의 높이가 30m 이상인 곳을 대상으로 하였다.

표 6과 같은 전제 조건을 바탕으로 최종으로 후보노선 간을 분석한 결과는 표 7과 같이 나타났다.

후보노선별 비교 평가는 설계속도와 차로수 등을 고려하였을 경우의 노선연장, 구조물의 종류와 수, 절·성도에 따른 토공비, 구조물 건설비 등을 통해 총 비용을 적산하였으며, 가시도와 그 특정도 함께 살펴보았다.

후보노선별 비교 평가 결과, 후보노선 1이 총 비용 5,711억원으로 후보노선 2, 4보다는 우세하게 평가되었으나 총 비용 5,753억원인 후보노선 3과는 근소한 차이가 발생하였다.

종합적으로 살펴보았을 때, 주택/관공서, 문화재 및 재해지역 통과 여부와 같은 요소들을 고려한다면 후보노선 3이 보다 더 합리적인 노선이라고 할 수 있으나, 가시도와 노선 연장도등이 양호하게 평가되며 총 비용 측면에서 가장 우세한 노선은 후보노선 1이 가장 적당한 최적노선으로 선정 가능함을 알 수 있었다.

또한 환경적 측면을 고려하였을 경우에는 교량과 터널의 증가로 토공비와 구조물 건설비가 많이 소요되어 가장 많은 비용인 총비용 약 6,329억원이 소요됨을 예상할 수 있다.

후보노선 4의 경우에는 기술적 측면을 우선적으로 고

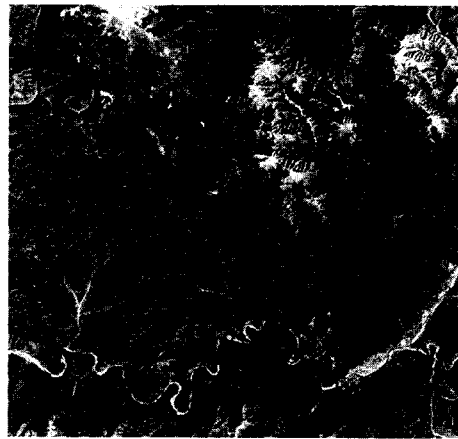


그림 6. 최적노선

려하여 가시도와 같은 환경적 측면의 고려나 주행자 위주의 주행성인 쾌적성 등의 측면이 상대적으로 약하게 평가됨을 알 수 있다.

그러므로 표 7을 평가한 결과는, 주택/관공서, 문화재 및 재해지역 통과 여부와 같은 요소들을 고려한다면 후보노선 3이 최적노선으로 선정될 수 있으며, 경제성을 우선적으로 고려하여 후보노선 1로 나타났으며, 후보노선 1에 대한 3차원 지형 현황은 다음의 그림 6과 같다.

4. 결 론

도로의 최적노선 선정시 필요한 자료들의 검증률을 산정하기 위해 AHP기법을 적용하여 다중인자들을 정량화한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, AHP기법을 적용한 결과 종래의 최적노선 선정시 다중인자들의 검증률을 임의로 적용하던 것 보다 합

리적인 최적 노선을 선정할 수 있었다.

둘째, 계층으로 조직화된 노선선정의 다중인자들을 수학적이고 체계적인 방법에 의해 수치화 할 수 있었다.

셋째, AHP과 GIS기법은 도로의 최적노선을 선정하는데 중요한 의사결정 지원도구로 사용될 수 있다.

넷째, 본 연구에서 제시한 제안과 제한 범위내에서 후보노선 1이 최적의 노선으로 평가되었으며, 이는 경제적 측면을 중시하였을 때 나온 결과임을 알 수 있었다.

차후에 최적노선의 선정에 GIS와 AHP기법을 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 노선선정에 필요한 다중인자들의 일반화가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 양인태, 김동문, 신계중, "GIS를 이용한 교량관리체계 구축", 강원대학교 산업기술연구소 논문집, 제18집, 1998.
2. 양인태, 김동문, 유영걸, "도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용연구", 대한토목학회 논문집, 제21권 제2-D호, 2001.
3. 양인태, 김제천, 천기선, 김동문, "GIS와 AHP법을 이용한 산사태 유발인자 분석", 한국측량학회지, 제19권, 제3호, 2001.
4. 양인태, 최승필, 김동문, 천기선, "가시도 분석을 통한 최적노선 선정에 관한 연구", 한국측량학회 학술발표회 논문집, 2001.
5. 장범선, "Analytic Hierarchy Process(AHP) 기법을 이용한 최적 구조 설계", 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1996.
6. 최광식, "GIS와 AHP법을 이용한 폐기물 매립지 예비 평가 방법", 강원대학교 토목공학과 석사학위 논문, 1999.
7. 이형석, 윤희천, 강준목, "AHP를 이용한 노선 선정에 관한 연구", 대한토목학회 학술발표회 논문집, 2000.
8. Jose Holguin-Veras, "Comparative Assessment of AHP and MAV in Highway Planning", Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No. 2, 1995.
9. Jos holgu n-Veras., "Comparative Assessment of AHP and MAV in Highway Planning: Case Study", Journal of Transportation Engineering, Vol. 121, No.2, March/April 1995.
10. ESRI ARC/INFO, "User's Guide, Cell-based Modeling with GRID", Environmental Systems Research Institute, Redlands, 1997.
11. ESRI ARC/INFO, "User's Guide, Surface Modeling with TIN", Environmental Systems Research Institute, Redlands, 1997.
12. ESRI ARC/INFO, "Spatial Data Concepts", Environmental Systems Research Institute, Redlands, 1997.
13. ESRI ARC/INFO, "Understanding GIS - The Arc/Info method", Environmental Systems Research Institute, Redlands, 1994.

(2002년 2월 9일 원고접수)