

■ 論 文 ■

AHP를 이용한 도로사업의 우선순위 분석

The Analysis of Priorities of Roads Investment Using Analytic Hierarchy Process

정 병 두

(계명대학교 공학부 교통공학과 교수)

목 차

- I. 서론
 - II. 도로투자사업에 대한 평가방법
 - 1. 평가방법의 분류 및 적용현황
 - 2. 다기준분석 개요
 - III. AHP에 대한 이론적 고찰
 - 1. AHP의 연구동향
 - 2. AHP의 분석과정
 - IV. AHP를 이용한 우선순위 사례분석
 - 1. 조사개요
 - 2. 평가항목과 평가지표
 - 3. 도로투자우선순위 분석결과
 - 4. 민감도 분석
 - V. 결론 및 향후과제
- 참고문헌

Key Words : AHP(Analytic Hierarchy Process), 계층분석, 다기준분석, 도로투자우선순위, 종합평가

요 약

공공과 민간부문에 있어 다양한 평가기준에 대하여 집단의를 반영할 수 있고 주관적이고 객관적인 의사결정변수를 계층적 평가구조에 따라 모두 고려하여 종합평가할 수 있는 집단의사결정 지원시스템으로 AHP (Analytic Hierarchy Process:계층분석법)이 주목받고 있으며, 이론적으로도 높이 평가되고 있어 현존하는 의사결정기법 중 가장 광범위하게 활용되고 있다.

본 연구에서는 도로투자우선순위를 결정하는데 있어 다기준분석기법으로 AHP를 활용토록 하였으며, 이제까지 경제성외에 소홀하게 다루어졌던 환경적인 측면, 주민생활과 지역균형발전 등을 반영한 종합평가를 실시하기 위하여 평가항목별 가중치를 설정하고 각 항목별 평가지표에 대한 도로투자사업 평가배점의 기준을 마련토록 하였다. 또한 AHP를 적용함에 있어 사례 분석할 경상북도 도로투자사업과 같이 평가대상노선이 많을 경우 쌍대 비교에 의한 우선순위 평가가 불가능하기 때문에, 상위 평가항목에 대해서는 상대평가법에 의해 가중치를 구하고, 각각의 하위 목적요소에는 평점에 의한 절대평가법을 조합하여 도로투자우선순위를 결정할 수 있는 AHP의 분석방법론을 제안토록 하였다.

I. 서론

공공과 민간부문에 있어 다양한 의사결정이나 계획의 우선순위를 결정하는데 단순히 측정 가능한 수치만으로 평가하지 않고, 결정을 하는 개인이나 그룹에 소속한 개개인의 감각적 판단을 반영하거나 의사결정 과정을 모두 납득하기 쉽고 확실하게 표현할 수 있는 집단적의사결정 지원시스템으로 AHP(계층분석법: Analytic Hierarchy Process)가 주목받고 있다.

특히 교통분야에 있어서도 지난 1999년부터 500억원 이상의 대규모 개발사업에 대하여 예비타당성조사를 수행하도록 의무화한 바 있고(예산회계법시행령 제9조의2), 한국개발연구원(KDI) 공공투자관리센터는 이러한 예비타당성조사의 종합평가를 하기 위한 다기준분석(MCA: Multi Criteria Analysis) 방법으로 AHP기법의 활용을 적극 제안하고 있어, 이에 대한 실증적 연구 및 활용사례가 점차 늘어나고 있는 실정이다.

이러한 AHP 기법은 도로투자사업 평가시 경제성 분석과 정책적 분석항목의 모든 결과를 통합하여 사업시행여부를 종합적으로 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 이제까지 비용편익분석의 평가항목에 있어서 계측이 곤란하거나 정량화 하는데 상이한 척도(scale) 등에 대해서도 가중치(weight)를 매김으로서 사업의 타당성 및 우선순위를 평가할 수 있기 때문에 의사결정기법들 중에서 우수하게 평가되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 도로투자우선순위를 결정하는데 있어 다기준분석기법으로 AHP를 활용하였으며, 이제까지 경제성측면 외에 소홀하게 다루어졌던 환경적인 측면, 주민생활과 지역균형발전 등을 반영한 종합평가를 실시하기 위하여 평가항목별 가중치를 설정하고 항목간 절대적 일관성을 유지하기 위해 각 평가지표에 대한 평가배점의 기준을 마련토록 하였다.

또한 사례 분석할 지방도 투자사업과 같이 평가대상노선이 많을 경우, 기존 AHP의 상대평가법(relative measurement)이 적합하지 않기 때문에 별도 상위 평가항목에 대한 가중치(weight) 산정과 절대평가법(absolute measurement)에 의한 하위 평가항목별 평점 및 척도(Priority)를 이용하여 도로투자우선순위를 결정할 수 있는 새로운 AHP의 분석방법론을 제안토록 하였다.

II. 도로투자사업에 대한 평가방법

1. 평가방법의 분류 및 적용현황

평가방법에 대한 분류는 접근관점에 따라 다르게 구분할 수 있지만, 기본적으로 비용·편익대비방식과 평가주체대비방식(종합평가)으로 크게 구분할 수 있다. 여기서 비용편익분석은 도로투자사업의 평가에 통상 사용되어왔던 방법으로 프로젝트의 효과를 경제이론에 바탕을 두고 화폐가치 화하여 객관적으로 파악하려고 하지만, 프로젝트가 미치는 사회적 환경적 모든 효과 등을 금전적으로 일원화하는 것이 곤란하기 때문에 비용편익분석법을 확장하여 새로운 분석기법이 적용되고 있다(小林潔司, 1997).

도로투자사업의 평가에 있어 국내 적용현황을 살펴보면, 대부분 경제성분석(비용편익분석)을 주로 실시하고 있는데 평가방법이나 평가원단위가 평가기관에 따라 달리 적용되는 등 여러 문제점을 내포하고 있다. 따라서 보다 일관되게 적용할 수 있는 평가지표 및 표준적인 평가방법의 필요성이 대두하게 되었고 이와 관련하여 도로사업 투자분석기법정립(국토연구원, 1999), SOC투자평가편람(교통개발연구원외, 2000) 등 일련의 연구가 진행되나 있다.

그리고 경제성평가 자체의 투명성과 공정성 및 객관성 등 기존 평가체계를 개선하기 위하여 1999년 예비타당성조사제도가 도입되었고, 그 후 KDI에서는 도로, 철도, 항만 및 공항부문사업에 대한 비용 편익 산출의 경제타당성평가와 종합평가를 표준화하기 위하여 평가체계, 평가항목 등을 구체화한 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침」과, 종합평가를 위한 다기준분석 방법론의 개발을 목적으로 「다기준분석방안 연구」를 작성하여 예비타당성조사의 객관성과 일관성 확보에 노력하고 있다(KDI, 2000).

한편 일본에서도 지난 1999년 도로투자의 평가에 관한 지침(道路投資の評價に關する指針檢討委員會, 1999)을 마련하여, 이제까지 도로사업의 비용편익분석의 실시함에 있어 문제시되었던 화폐환산이 불가능한 효과항목을 확장·수정한 평가방법론을 공식적으로 도입하게 되었고 다기준분석과 병용하여 사용되고 있다. 여기서, 1) 확장비용편익분석이란 도로건설에 의하여 어떠한 변화가 발생하는가를 평가하기 위하여 도로주행시의 쾌적성, 도로접근성 확보에 의한 안심감과 심

리적인 만족감 등 도로이용효과, 환경효과, 주민생활 효과를 계속하고 분석하는 방법이다. 2)수정비용편익 분석은 도로투자에서 있어서 소득이 상대적으로 낮은 지역에 미치는 효과에 대하여 다른 높은 지역보다 더욱 중요하게 지역격차를 고려하여 평가하는 방법이며, 3)다기준분석은 화폐가치환산만으로는 제시할 수 없는 다양한 효과를 평가할 경우, 가치관에 명시적인 중요도를 설정하여 종합적으로 판단하는데 적용하고 있는데, 분석기법으로 AHP기법을 채용하고 있다.

이와 같이 도로투자사업의 평가 및 도로투자 우선순위를 결정하는 분석방법의 흐름을 보면 기존의 비용편익분석에만 치우치지 않고, 화폐환산이 어려운 항목은 별도기준으로 평가하고 비용편익분석의 결과를 다기준분석의 일부로 채용하여 종합 평가하는 추세에 있다.

2. 다기준분석 개요

도로투자사업을 평가하기 위한 다기준분석은 가능한 여러 효과항목을 포함시켜 개별평가요인이 될 수 있는 상대적인 가중치를 설정하여 종합평가지표로 평가 비교하는 수법이다. 실제 비용편익분석에서 다루지않고 있는 효과항목의 경우에도 도로투자 여부를 결정할 때는 평가항목을 고려하여 종합적인 사업시행 여부를 판단하게 되는데 <표 1>와 같이 여러 다기준

<표 1> 다기준 분석기법의 장단점 비교

평가방법	장·단점
평점모형 (Scoring Method)	+ 평가항목별 점수를 합산하므로 단순 - 가중치, 순위, 점수방식이 정립되지 않음
목표달성 평가법 (GAM)	+ 개념적으로 이해하기 쉽고, 대안이 각 집단에 미치는 영향을 고려 - 주관적 통합과정상 평가항목간, 집단간 가중치 부여에 있어 척도의 불일치 발생
다속성 효용함수법 (MAUT)	+ 정성적 평가항목의 계량화 - 효용함수의 도출 복잡, 응답의 일관성 검증이 어려움
Outranking Method	+ 정성적요인의 계량화, 척도의 통일 - 대안제거 기준설정의 자의성, 가중치 부여 방법이 주관적, 집단의사결정 불가
AHP	+ 개념적으로 이해가 쉽고, 계층평가구조, 집단의사결정, 가중치산정 이론적 기초 - 계층구조 및 가중치 매김에 크게 의존

자료) 한국개발연구원(2000), 예비타당성조사수행을 위한 다기준 분석 방안연구.

분석 기법이 적용되고 있다.

그 가운데 평점모형(Scoring Method)은 정량적 요인과 정성적 요인들에 대해 간단히 요인별 가중치와 대안별 종합점수를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다. 목표달성평가법(GAM:Goal Achievement Method)은 단순히 정량적 정보 외에도 정성적 요인의 정책 목표들을 평가표를 통해 대안의 우선순위를 결정할 수 있는 이점이 있어 비교적 쉽게 적용되어 왔지만, 가중치의 부여방법이 주관적이고 아직 정립되어 있지 않는 실정이다. 이에 반해 AHP는 집단의사를 반영할 수 있고 계층적 평가구조에 따라 척도산정, 가중치 산정절차가 이론적으로 높이 평가되고 있다.

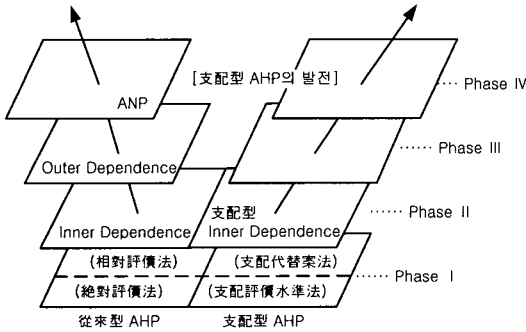
III. AHP에 대한 이론적 고찰

1. AHP의 연구동향

AHP는 1970년대 초 Thomas Saaty가 개발한 다중의사결정(Multiple Attribute Decision Making Tool)으로서 계층적 평가구조에 따라 척도산정, 가중치 산정절차가 이론적으로 높이 평가되고 있다. 그리고 다양한 평가기준에 대하여 집단의사를 반영할 수 있고 주관적이고 객관적인 의사결정변수를 모두 고려하여 종합평가할 수 있어 우선순위를 결정하는데 적합한 방법으로 현존하는 의사결정기법 중 가장 광범위하게 활용되고 있다.

Saaty의 종래형 AHP는 상대평가법과 절대평가법이 있으며 각 대체안간 혹은 평가항목과 대체안간은 독립되어 있는 것으로 가정하지만 실제 독립되어 있지 않고 종속하고 있는 경우도 있다(木下榮藏, 2000). 따라서 Saaty는 각 평가항목간 혹은 각 대체안간에 종속성이 있는 경우에 대하여 Inner Dependence법(내부종속법)이라 하였으며, 평가항목과 대체안간에 종속성이 있는 경우에 대해서는 Outer Dependence법(외부종속법)을 제안하였다. 또한 이와 같이 다른 레벨간에서 종속성이 있는 경우에는 동시에 표현할 수 있는 ANP(Analytic Network Process)가 제안되어 적용분야도 크게 확대되었다(Saaty, 2001).

AHP의 발전과정을 살펴보면 <그림 1>와 같이 4 Phase로 구분 지을 수 있는데 종래형 AHP법과 같이 지배형 AHP의 경우도 발전단계는 종래형의 상대



〈그림 1〉 AHP법의 계층적인 향후 발전 Image

평가법, 절대평가법에 대응한 것으로서 각각 지배대 체안법, 지배평가수준법이라 부르고 있다.

이러한 연구개발은 초기 AHP를 비롯 최근 ANP 이론의 발전 등에 많은 학자들이 방법론개발에 관심을 기울여왔고, 특히 제1회(1988년)부터 1999년 제5회 AHP국제 심포지움(ISAHP:International Symposium on The Analytic Hierarchy Process)에 이르기까지 적극적인 이론의 발표를 통하여 실제 다양한 AHP이론이 확립되었으며, 그의 적용분야에 있어서도 교육, 교통, 지역개발, 경영, 노동 등 광범위에 걸쳐 실증연구가 이루어지고 있다(Saaty, 2001).

2. AHP의 분석과정

이미 앞에서 거론한바와 같이 도로투자 우선순위 분석과 같이 평가 대상이 다수 존재하는 경우, 각각 최하위 Object요소에 대하여 $N \times (N-1)/2$ (N :대안의 수)만큼의 쌍대비교를 해야하는 오리지널 AHP(상대평가)가 적절치 않기 때문에, 본 연구에서는 기존 AHP의 확장으로 가중치와 평점(rating intensities)을 조합한 종합평가를 위하여 다음과 같은 4단계의 분석과정을 적용토록 하였다.

1) 1단계 : 평가항목 체계화 및 평가지표의 설정

평가항목의 체계화 : 평가항목은 여러 요인이나 많은 사람들의 입장을 배려하여 모든 항목을 체계적으로 총망라하여 추출하는 것이 바람직하며, 평가항목의 체계화 작업은 평가기준의 설정자인 실무자나 관계 전문가 등이 모여서 브레인스토밍에 의해 이루어진다.

평가지표와 평점(score)의 설정 : 평가항목의 계

층수는 3레벨체계를 표준으로 하되 각 Tree내의 항목 수는 7 ± 2 정도까지 정하고, 평가 지표의 설정에 있어서는 평가구조의 최하층 항목은 객관적으로 판단이 가능한 지표를 설정토록 한다.

2) 2단계 : 평가항목의 가중치(weight)

상대가중치는 요소간의 비례척도 즉 항목 i 는 항목 j 에 대하여 어느 정도 중요한지에 대한 설문회답결과를 토대로 쌍대비교치에 맞추어 $N \times N$ 행렬의 고유치(eigenvalue)계산에 의해 구하게 된다.

평가항목 i 와 j 의 상대 가중치 a_{ij} (쌍대 비교치)는 각각 평균항목 가중치의 비 w_i/w_j 을 나타낸다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 행렬 A 의 우측부터 각 평가항목의 가중치를 성분으로 하는 벡터를 곱하면 가중치 성분 벡터가 행렬 A 의 고유벡터(eigenvector)가 되고, 이러한 행렬 A 의 고유벡터를 구함으로써 각 평가항목의 가중치가 구해질 수 있다.

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = nW \quad (2)$$

단지, 이 방법으로 완전히 정확한 가중치가 정해지는 것은 모든 i, j, k 에 대하여 $a_{ik} = a_{ij} \times a_{jk}$ 가 성립할 때뿐이다. 즉 쌍대 비교에서 모든 회답에 대하여 처음부터 마지막까지 일관성이 확보되는 경우도 있지만, 실제로는 처음부터 마지막까지 일관성이 확보되는 회답을 얻기란 곤란하므로 그러한 정합성 체크를 위한 지표로서는 Consistency Index(CI)을 이용한다.

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

여기서, λ_{max} : 행렬 A 이 최대 고유치

CI는 완전히 정합성이 있는 경우에는 0 이지만, 정합성이 없으면 더욱 커진다. CI가 0.1(쌍대비교 항목이 많을 경우에는 0.15)을 넘는 경우에는 쌍대비교의 회답을 수정할 필요가 있다. 한편 복수의 평가 기준설정자의 조사결과를 집약하기 위해서는 개인별로 정합성을 확인한 후에 쌍대비교 조사값을 기하 평균하여 가중치를 구하게 된다.

3) 3단계 : 대상 사업의 채점

평가대상사업에 대한 각 평가항목별의 채점작업은 분석자가 하는데 최종적인 사업우선순위를 결정할 때에는 평가표가 유용한 판단정보로도 활용될 수 있다. 그리고 평가표에는 정성적인 지표도 많이 포함되어 가치판단을 완전히 배제하는 것은 곤란하므로 설문 응답자의 이름(관할 부서 혹은 단체명)을 기입토록 하고, 본 연구의 평점(스코어) 설정표(표 3)에 따른 평가결과를 공개함으로써 보다 객관성을 확보할 수 있도록 하는 것도 바람직하다.

4) 4단계 : 종합평가치의 산출

일반적으로 종합평가치의 산출은 식(4)과 같이 평가항목의 가중치 W_i 와 하위평가항목지표의 평점 S_i 의 적산 합으로 종합평가치 g 를 산출한다. 그리고 본 연구에서는 $B/C=1.0$ 과 비교하기 위하여 종합평가치 g 를 B/C 비 평가항목의 가중치 : $W_{b/c}$ 의 척도(B/C 비의 가중치 $\times 5$ 점기준)를 1으로 하여 최종 종합평가치 G 를 산출토록 하였다.

$$g = \sum_i (W_i \times S_i), \sum_i W_i = 1 \tag{4}$$

$$G = g / (\bar{S}_{B/C} \times W_{B/C}) = g / (5 \times W_{B/C}) \tag{5}$$

여기서,

$W_{B/C}$: B/C 비 평가항목(사업효율성)의 가중치

$\bar{S}_{B/C}$: B/C 비 평점의 최고치(5점)

IV. AHP를 이용한 우선순위 사례분석

1. 조사개요

조사대상은 경상북도의 40개 지방도에 대하여 해당

〈표 2〉 조사개요

조사내용	조사대상(노선)	조사방법
① 투자 우선순위 AHP조사 : 평가항목별 가중치산정	· 담당 공무원 -10개시·13군 (지방도 40노선) · 교통전문가	공문 및 우편 설문조사
② 도로투자사업평가표 : 노선별 사업에 대한 평가		

10개시·13군의 담당공무원에게 도청의 공문 협조 하에 2002년 5월 6일부터 26일까지 우편설문조사를 실시하였다.

조사내용은 ①도로투자 우선순위 AHP조사표와 ② 도로투자사업평가표 2개의 설문지로 구성되어 있는데, 첫번째 ①조사표의 경우 <그림 3>의 계층구조별 평가항목의 가중치를 산정하기 위해 쌍대비교(예를 들면, 도로투자사업의 우선순위를 결정하는데 있어 상위항목의 경우 A.사업효율성은 B.환경에 비해 어느 쪽이 어느 정도 중요하다고 생각하십니까?)에 의해 상위항목 4개와 각 각 하위항목에 대하여 중요도를 조사하였다(좌측이 매우 중요, 좌측이 중요, 좌측이 조금중요, 같은 정도, 우측이 조금중요, 우측이 중요, 우측이 매우 중요).

두번째 ②조사표의 경우, 각 40개 지방도를 대상으로 해당 시·군 담당자가 각 노선개요와 <표 3>의 각 항목을 평가할 수 있도록 노선별로 도로평가표를 작성토록 하였다.

2. 평가항목과 평가지표

1) 평가항목의 계층구조 및 평가지표의 설정

본 연구에서는 <그림 2>과 같이 A)사업의 효율성, B)환경적인 측면, C)주민생활측면에서의 편의도, D) 지역균형발전측면의 이상 11의 평가항목의 계층구조를 설정하고 AHP의 확장으로 가중치와 평점 매김을 조합한 절대평가법을 적용하여 도로투자 우선순위를 결정토록 하였다.

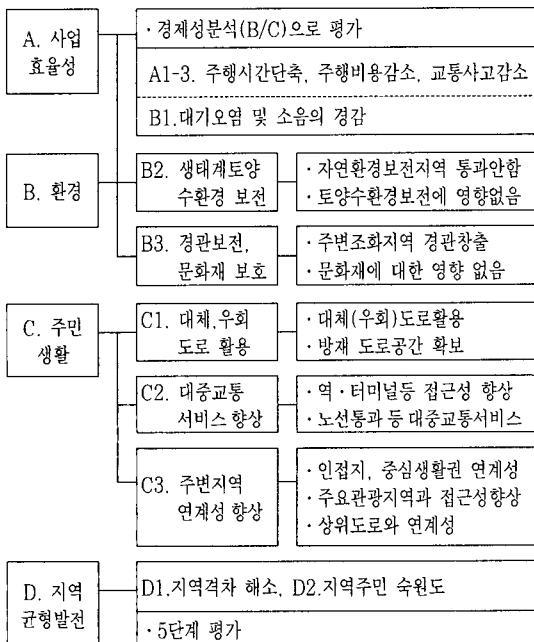
사업의 효율성항목의 수행시간단축, 수행비용감소, 교통사고감소(A1~A3)와 환경측면에서의 대기오염과 소음경감(B1)항목의 평가는 B/C 결과를 그대로 적용토록 하였으며, 그 외 사업시행으로 인한 환경영향여부를 평가하기 위하여 B2.생태계 토양, 수환경 보전과 B3.경관보전 및 문화재 보호를, 그리고 주민생활 서비스 향상도를 반영하기 위하여 C1.대체(우회)도로

〈표 3〉 평점(스코어) 설정표

평가항목		내용	평점										
상위	하 위		-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
A. 사업 효율성	〈경제성분석 (B/C)으로 평가〉												
	A1. 주행시간단축, A2.주행비용감소,A3. 교통사고감소 B1. 대기오염·소음 경감								B/C < 0.4	0.4 ≤ B/C < 0.6	0.6 ≤ B/C < 0.8	0.8 ≤ B/C < 1.0	1.0 ≤ B/C
B. 환경	B2. 생태계 및 토양 수환경보전	· 자연환경보전지역을 통과 함 · 토양 수환경 보전에 영향 있음			모두 해당			특정 지역			해당 없음		
	B3. 경관 보전 및 문화재 보호	· 주변지역 경관 부조화 창출 · 문화재에 대한 영향 있음			모두 해당			1개 해당			해당 없음		
C. 주민 생활	C1. 대체(우회)도로 활용	· 대체(우회)도로 활용 · 방재도로공간 확보						해당 없음		1개 해당		모두 해당	
	C2. 대중교통서비스 향상	· 역 터미널 등 교통시설 접근성향상 · 버스노선통과 등 교통서비스향상						해당 없음		1개 해당		모두 해당	
	C3. 주변지역과 연계성 향상	· 인접지역 및 중심생활권과 연계성 · 주요 관광지역과 접근성 향상 · 상위도로와의 연계성						1개 해당		2개 해당		모두 해당	
D. 지역 균형 발전	D1. 지역격차해소	· 5단계 평가							해당 없음 (1점)	보통 (2점)	조금 크다 (3점)	크다 (4점)	매우 크다 (5점)
	D2. 지역주민숙원도												

활용, C2.대중교통서비스 향상, C3.주변지역과 연계성 향상의 평가지표를 설정하였다. 마지막으로 지역 균형발전 항목은 지자체 의견을 위해 지역격차해소와 주민의 숙원도에 대하여 5단계 평가로 실시하였다.

이상 평가항목 계층구조에서 설정한 하위 항목의



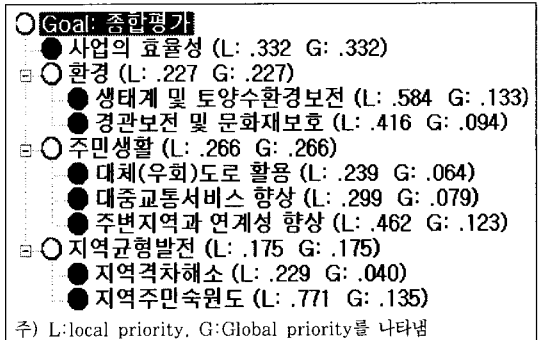
〈그림 2〉 평가항목의 계층구조

평가지표는 항목간 최대한 절대적 일관성을 유지하기 위해 〈표 3〉와 같이 평가 배점의 기준을 마련토록 하였는데, 향후 투자우선순위 대상 도로여건에 따라 평점을 조정하여 달리 적용할 수도 있다.

2) 가중치 산정

도로투자사업의 우선순위에 보다 합리적인 집단의 사결정(가중치 산정)을 위하여 각 시·군의 담당 공무원외에도 관련 교통전문가의 설문조사결과를 추가

A. 사업효율성	0.332	
B. 환경	0.227	
C. 주민생활	0.266	
D. 지역균형발전	0.175	
Inconsistency = 0.01		



〈그림 3〉 평가항목의 가중치 산정결과

하여 기하평균한 값에 의해 집단의 우선순위 고유벡터치(eigenvalue)를 구하였으며 최종적인 8개 평가항목별 가중치는 <그림 3>과 같이 산정되었다.

여기서 상위항목에 대한 가중치(Global priority)는 사업효율성이 0.332로 가장 높고 주민생활서비스 0.266, 환경 0.227, 지역균형발전 0.175순으로 나타났다.

3. 도로투자우선순위 분석결과

1) 평점에 의한 우선순위 산정

이미 앞에서 분석된 8개 평가항목에 대한 가중치와 함께, 지방도 신설 및 4차선 확장, 우회도로 건설 등 각 대상노선에 대하여 조사된 도로평가표를 토대로 투자우선순위를 평가하게 되는데, 본 사례분석에서는 경상북도 지방도 9개 노선에 대해서만 분석결과를 예시적으로 나타내고자 한다.

분석결과 <표 4> 1순위의 노선은 B/C비가 가장 높은 지방도 918호선으로 나타났으며, 2순위인 지방도 927호선은 5순위인 지방도 929호선과 B/C비가 1.10(순위 5)으로 같지만 타 평가항목의 점수에 의해 종합평가지는 다르게 분석되었다. 제4순위인 지방도 924호선의 경우 B/C비(0.71)를 기준할 때 6순위로 낮지만 경제성외의 환경과 주민생활, 지역균형발전측면에서의 높은 기여도가 반영됨으로서 우선

순위가 바뀔 수도 있다는 것을 보여주고 있다.

이상 본 연구에서는 추가적으로 경제성평가 결과 즉 B/C비 척도(가중치 0.332×5점)를 1.0을 기준으로 최종 종합 평가치를 산출함으로써, 당해 도로투자사업의 경제타당성(B/C비)과의 정합성을 고려한 우선순위를 동시에 비교할 수 있다.

2) 평점척도(Priority)에 의한 우선순위 산정

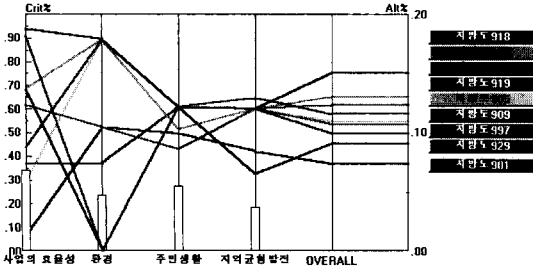
본 연구에서는 각 평가항목에 대한 가중치와 평점에 의해 도로투자우선순위를 쉽게 결정할 수 있는 표준적인 분석사례를 제시하였으나, 실제 도로투자우선순위 적용평가에 있어서는 평가기관에 따라 평가목적이나 평가대상의 도로특성 등에 맞추어 평가항목이나 평점(스코어)을 조정하여 활용할 수 있다.

특히 <표 4>에서 나타난바와 같이 B/C비 지표에 있어 1.0이상은 모두 최고점(5점)으로 설정하였기 때문에, 예를 들어 지방도 919호선(B/C:1.81)과 927호선(B/C:1.10)의 경우 사업효율성(B/C비)에 대한 사업간 평가의 격차를 반영하지 못함으로써 종합평가에서 순위가 바뀌어지거나 경제적 효율성이 우선순위에 다소 과소 평가될 수도 있다는 점을 감안, 여기서는 모든 평가항목에 대하여 평점척도(Priority)를 구하고 우선순위를 산정할 수 있는 방안을 검토하였으며, 프로그램은 Expert Choice2000의 Data Grid를 사용하였다.

<표 4> 도로투자우선순위 분석결과

평가항목 (가중치:Wi)	사업의 효율성 (0.332)			환경				주민생활				지역균형발전				합계 ²⁾ (종합평가)	우선순위		
				생태계, 토양수 환경보전 (0.133)		경관, 문화재 보전 (0.094)		대체(우회) 도로활용 (0.064)		대중교통 서비스 (0.079)		주변지역 연계성 (0.123)		지역격차 해소 (0.040)				지역주민 숙원도 (0.135)	
구분	B/C비	평점 (Si)	소계 ¹⁾	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계	평점 (Si)	소계		
지방도901	0.35	1	0.20	3	0.24	0	0.00	4	0.15	2	0.10	4	0.30	5	0.12	3	0.24	1.35	9
지방도905	0.55	2	0.40	3	0.24	3	0.17	2	0.08	4	0.19	4	0.30	4	0.10	4	0.33	1.80	8
지방도909	0.97	4	0.80	3	0.24	0	0.00	4	0.15	4	0.19	2	0.15	3	0.07	4	0.33	1.93	6
지방도918	1.97	5	1.00	3	0.24	3	0.17	4	0.15	4	0.19	4	0.30	4	0.10	4	0.33	2.47	1
지방도919	1.81	5	1.00	0	0.00	0	0.00	4	0.15	4	0.19	4	0.30	5	0.12	4	0.33	2.09	3
지방도924	0.71	3	0.60	3	0.24	3	0.17	4	0.15	4	0.19	4	0.30	4	0.10	4	0.33	2.07	4
지방도927	1.10	5	1.00	3	0.24	3	0.17	2	0.08	4	0.19	4	0.30	4	0.10	4	0.33	2.40	2
지방도929	1.10	5	1.00	0	0.00	0	0.00	4	0.15	4	0.19	4	0.30	3	0.07	3	0.24	1.96	5
지방도997	0.63	3	0.60	0	0.00	3	0.17	4	0.15	4	0.19	4	0.30	4	0.10	4	0.33	1.83	7

주 : 1)소계는 (Wi×Si)/(0.332×5점)를 나타냄
2)각 평가항목의 소계의 합



〈그림 5〉 도로투자우선순위 민감도분석결과

특히 Expert Choice의 경우 Performance, Dynamic, Gradient 등 5가지 형태의 민감도 모듈을 제공함으로써 상위항목(object)들의 가중치를 예상되는 폭만큼 변화시키면서 우선순위가 어떻게 바뀌는지 그래프를 통하여 분석할 수 있다. 〈그림 5〉은 평가대상 9개 지방도에 대하여 Performance를 보여주고 있으며, 왼쪽 Y축은 항목에 대한 가중치(objective's priority)를 오른쪽은 시스템별 priority를 나타내고 있다.

한편 본 연구에서는 각 평가항목의 중요도에 대하여 교통전문가 및 관련 공무원들의 충분한 의견을 반영하였다고 하지만, 만약 약간의 가중치 변화에 의하여 어느 정도 우선순위가 바뀌는지 〈표 7〉과 같이 Dynamic

sensitivity 분석을 실시하였다. 즉 당초의 각 항목별 가중치(사업효율성 : 0.332, 주민생활 서비스 : 0.266, 환경 : 0.227, 지역균형발전 : 0.175)를 각각 10%증가, 10% 감소시켜 분석한 결과 지방도 905호선, 919호선, 929호선을 제외하고 모든 우선순위는 한 단계 이내 범위에서 미미한 변화를 나타내고 있다.

V. 결론 및 향후과제

본 연구에 적용된 AHP는 다기준분석법으로 적용방법이 용이하고 계층구조에 의해 의사결정과정을 쉽게 표현할 수 있으면서도 이론적인 근거가 확실하여 각 분야의 집단적사결정 지원시스템으로 널리 사용되고 있으나, 국내 교통분야에 있어서는 투자우선순위 결정과 같이 대안의 수가 많은 경우 적용할 수 있는 AHP 절대평가법(absolute measurement)의 활용 사례는 많지 않다. 또한 각 차치단체별 도로투자우선순위 결정이 이제까지 평가기관에 따라 평가방법이 각기 적용되고 있는 점을 감안, SOC 투자평가 등에 대한 다양한 실증적 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 도로투자 우선순위를 결정하는데 있어 각 항목별 평가지표에 대한 도로투자사업 평가배점의 기준을 마련하여 조사된 각 도로사업별 평점(스코어)설정표에 의한 분석방법 외에도, 추가적으로 평점척도(priority)에 의한 종합 평가치를 산정하였다. 또한 각 평가항목의 가중치변화(±10%)에 따른 민감도분석을 실시하여 평가항목별로 상이한 척도의 평가배점으로 인하여 미치는 우선순위변화를 비교 분석함으로써 AHP분석방법의 합리성 및 적절한 종합평가치(우선순위) 산정결과를 실용적으로 제시하고 있어 향후 유사한 다기준분석에도 이의 활용도가 크게 기대된다.

금후 과제로는 우선순위에 대한 집단적사결정화 문제에 있어 AHP 설문조사에 참여한 분야별 집단성향과 객관성을 다각적으로 검토하고, 평가척도 및 평점(rating intensities)의 적절성 여부를 여러 민감도 분석을 통하여 재검증함으로써, 모든 도로투자 우선순위 평가에 범용적으로 적용할 수 있는 표준적인 평가항목이나 평가척도에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 판단된다.

〈표 7〉 민감도 분석결과

구 분	%Max (순위)	사업의 효율성		환경		주민생활	
		+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
지방도901	0.43 ¹⁾ (9)	7.1 ²⁾ (9)	7.7 (9)	7.5 (9)	7.3 (9)	7.5 (9)	7.3 (9)
지방도905	0.64 (8)	10.7 (6)	11.2 (5)	11.2 (5)	10.7 (5)	10.9 (5)	11.0 (5)
지방도909	0.72 (5)	10.8 (5)	10.6 (6)	10.7 (6)	10.7 (5)	10.6 (6)	10.8 (6)
지방도918	1.00 (1)	15.2 (1)	14.8 (1)	15.1 (1)	14.9 (1)	14.9 (1)	15.1 (1)
지방도919	0.89 (2)	12.0 (4)	11.3 (4)	11.2 (4)	12.0 (4)	11.6 (4)	11.6 (4)
지방도924	0.75 (4)	12.1 (3)	12.5 (3)	12.5 (3)	12.1 (3)	12.3 (3)	12.3 (3)
지방도927	0.84 (3)	13.1 (2)	13.0 (2)	13.2 (2)	12.9 (2)	12.9 (2)	13.2 (2)
지방도929	0.68 (6)	9.3 (8)	8.8 (8)	8.8 (8)	9.4 (8)	9.2 (8)	8.9 (8)
지방도997	0.65 (7)	9.8 (7)	10.1 (7)	9.9 (7)	10.0 (7)	10.0 (7)	9.8 (7)

주 : 1) 종합평가 최대값(1위)에 대한 각 시스템 Priority값.
2) Dynamic sensitivity분석결과 전체에 대한 각 시스템의 Priority(%).

참고문헌

1. 국토연구원(1999), “도로사업 투자분석기법정립”,

- pp.317~323.
2. 교통개발연구원·국토연구원 외(2000), "SOC 투자 평가편람", pp.33~96.
 3. 한국개발연구원(2000), "예비타당성수행을 위한 다기준 분석방안연구", pp.8~61.
 4. 戸田常一(1980), "交通施設計劃の總合的評價手法とその適用に關する研究", 京都大學校博士學位論文, pp.317~323.
 5. 小林潔司(1997), 效果(影響)の總合評價, "道路投資の社會經濟評價", -中村英夫 編, 道路投資評價研究會 著, 東洋經濟新報社.
 6. 木下榮藏(2000), "入門AHP", "AHPの理論と實際", 日科技連.
 7. 木下榮藏(1999), "AHPの發展經緯と諸問題", オペレーションズリサーチ, Vol.44 No.1, pp.8~12.
 8. 木下榮藏, 中西昌武(1997), "AHPにおける新しい視點の提案", 土木學會論文集, 第36卷, 第4號, pp.1~8.
 9. 高橋磐郎(1998), "AHPからANPへの諸問題", シリーズ I ~ VI, オペレーションズリサーチ, 日本オペレーションズリサーチ學會, 1-6月.
 10. 道路投資の評價に關する指針檢討委員會(1999), "道路投資の評價に關する指針(案)-第2編, 總合評價", pp.83~111.
 11. Expert Choice, Inc.(2000), "Expert Choice 2000- Quick Start Guide and Tutorials".
 12. Kinoshita, E., Nakanishi, M.(1999), "Proposal of New AHP Model in Light of Dominant Relationship among Alternatives", Journal of Operations Research Society of Japan, Vol.42 No.2, pp.180~197.
 13. Takahashi, I.(1999), "Recent theoretical developments of AHP and ANP in Japan", Proceedings of Fifth Conference of ISAHP, pp.46~56.
 14. Thomas L. Saaty(2001), "Decision Making for Leaders", Volume II, AHP Series.
 15. Thomas L. Saaty(2000), "The Fundamentals of Decision Marking and Priority Theory with the The Analytic Hierarchy Process", Vol.VI, AHP Series.
 16. Thomas L. Saaty(2001), "The Analytic Network Process : Decision Marking with Dependence and Feedback", RWS Publications.
- ♣ 주 작 성 자 : 정병두
- ♣ 논문투고일 : 2002. 6. 7
 논문심사일 : 2002. 7. 7 (1차)
 2002. 9. 13 (2차)
 2002. 9. 18 (3차)
 2002. 10. 4 (4차)
- 심사판정일 : 2002. 10. 4
- ♣ 반론접수기간 : 2003. 2. 28