

AHP기법을 이용한 회전교차로 도입의 우선순위 결정에 관한 연구

A Study on Priority Decision for Roundabouts Implementation using Analytic Hierarchy Process

우 용 한* 김 민 석**
(Yong-Han Woo) (Min-Seok Kim)

요 약

최근 회전교차로가 많은 관심 대상이 되고 있지만, 추진과정에서의 명쾌한 판단기준과 도입의 우선순위에 대한 논리적인 근거가 많이 부족한 실정이다. 따라서 지방자치단체에서는 회전교차로 도입의 우선순위를 결정하는 과정에서 정책 결정권자의 주관적인 판단에 의한 경우가 많다. 이러한 이유에서 본 연구는 회전교차로 도입의 우선순위 결정에 대한 하나의 방법론을 제시하고자 수행한 것이다. 평가항목으로는 교차로사고유형 등 6개 상위항목을 설정하였고, 각 항목마다 3개씩의 하위항목을 설정하였다. 각 평가항목에 대한 중요도를 분석하기 위해 업무담당 공무원그룹과 전문가그룹을 대상으로 총 53명에 걸쳐 설문조사를 실시하였다. 분석에 적용한 이론적 배경은 다기준의사결정법 중 Saaty가 제안한 AHP기법을 적용하였으며, 프로그램은 'Expert Choice 2000'을 사용하였다. 분석사례로 선정한 교차로는 다양한 상황을 대표할 수 있는 5개소로 결정하였다. 회전교차로 도입의 우선순위뿐만 아니라 가중치의 변화를 통해서 우선순위가 어떻게 변화하는지를 파악하기 위해 민감도분석도 함께 실시하였다. 이 결과로부터 다른 지역에서 인위적으로 현장상황을 변화시킴에 따라 우선순위가 어떻게 변화하는지도 추정할 수 있다.

핵심어 : 회전교차로, 다기준의사결정법, AHP기법, 가중치, 민감도

Abstract

Roundabouts are recently paid a lot of attention, but in the process of implementation, there are insufficient logical grounds for clear criteria and priority of introduction. As a result, in determining priority of introduction of roundabouts, a local government often depends on a policy maker's subjective judgement. Therefore, this study was conducted to suggest methodology for priority decision of introduction of roundabouts. Assessment elements of six main elements including accident type at intersections and each one has three subelements. Survey was carried out targeting fifty-three public officials in charge and experts in order to analyze the significance of each assessment element. The theoretical background of analysis is based on AHP developed by Saaty, which is one of multiple criteria decision making methods. 'Expert Choice 2000' was used as a software program. Five intersections representing different situations were selected as examples of analysis. It was also paired with sensibility analysis to grasp how priority might be changed by different weight. Through this result, it can be inferred that priority might change by manipulating field situation from other areas.

Keywords : Roundabout, Multiple Criteria Decision Making Method, Analytic Hierarchy Process, Weight, Sensitivity

† 이 논문은 2012년도 경일대학교 신입교원정착연구비 지원에 의하여 수행된 것임

* 주저자 : 경일대학교 건설공학부 부교수

** 공저자 및 교신저자 : 경일대학교 대학원 토목공학과 박사수료

† 논문접수일 : 2013년 10월 28일

† 논문심사일 : 2013년 11월 03일

† 게재확정일 : 2013년 12월 02일

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

과거, 한때 유행하였던 회전교차로(Roundabout)의 효과에 대한 관심이 최근에 와서 다시 높아져 도입을 확대하고 있는 추세이다. 회전교차로의 일반적인 장점은 상충점 수를 줄이고, 소통효과를 높이며, 원래의 취지를 살린다면 사고위험이 크게 감소한다는 점이다. 특히, 비신호교차로에서의 부도로는 통행우선권이 확보되지 못함으로써 통과에 상습적인 문제가 있고, 신호교차로에서는 현시로 인해 교통흐름이 강제로 차단되는 등의 문제가 있는데, 이러한 점들을 해결할 수 있는 가능성을 가지고 있다.

2009년부터 시작된 교통운영체계 선진화방안 3단계 사업 중에서 회전교차로 사업은 2단계에 포함되었고, 적극적인 추진을 도모하고 있지만 홍보 및 운전자와 보행자의 인식이 모두 낮은 상황이다[1]. 또한, 회전교차로 사업을 추진하는 과정에서 도입을 위한 명확한 판단기준과 도입방법에 대한 지침이 마련되어 있지 않다. 따라서 지방자치단체에서는 회전교차로 도입여부를 정책결정자의 주관적인 판단에 의존하거나, 주관적 판단에 근거한 분석결과를 가지고 결정하고 있는 실정이다.

이에 본 연구는 사례로 선정된 몇 개의 교차로를 대상으로 회전교차로 도입의 우선순위를 결정하는 하나의 방법론을 제시하고, 분석에 사용된 항목들의 영향정도를 분석하기 위한 목적에서 수행되었다. 아울러 민감도분석을 통해 항목의 가중치가 변화함에 따라 우선순위가 어떻게 변화하는지를 살펴보고, 상황이 다른 지역에서도 적용이 가능함을 검토하였다.

이러한 목적을 이루기 위해 AHP(Antyic Hierarchy Process)기법을 이용하여 객관적인 평가결과를 제시하였다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구에서 적용한 평가항목은 교차로에서의 교통사고유형을 비롯한 6개의 상위평가항목과 18개의

하위평가항목으로 설정하였다. 각 항목에 대한 계층구조를 설정하였고, AHP기법 중에는 절대적 평가방법과 상대적 평가방법이 있는데, 본 연구에서는 항목들의 가중치(Weight)를 매기는 상대적 평가방법을 적용하였다.

평가항목들의 가중치를 산정하기 위하여 AHP 계층구조를 바탕으로 쌍대비교를 위한 설문지를 작성하였고, 각 평가기준의 쌍대비교는 Saaty(1980)가 제안한 9점 척도로 부여하였다. 이때의 설문대상자는 교통관련 담당공무원과 교통전문가들을 대상으로 하였으며, 설문방법은 개별면접법을 실시하였다.

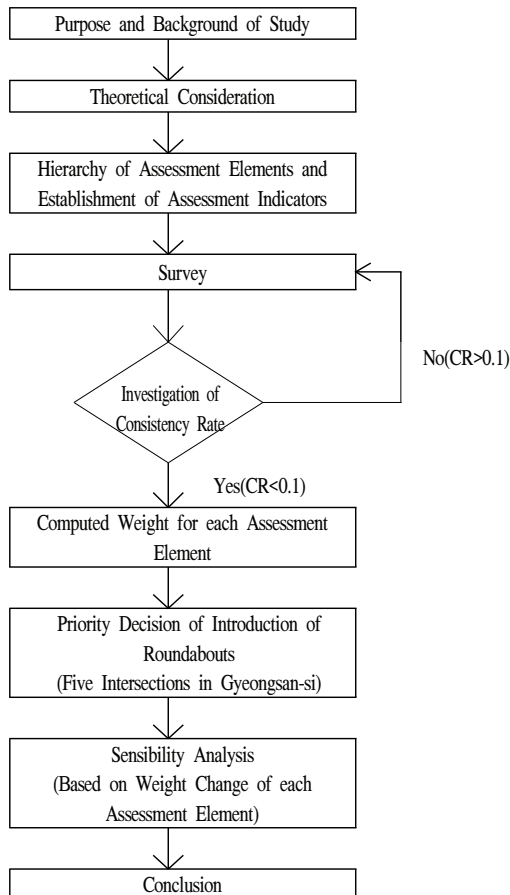
설문자료의 분석프로그램은 AHP기법 전용소프트웨어 패키지로 개발된 'Expert Choice 2000'을 사용하였으며, 응답자의 항목별 가중치 산정은 Saaty가 제안한 이론을 적용하였다. 여기서, Saaty가 제안한 기법은 1970년대부터 시작되어 40여년을 지나오면서 분석의 타당성과 결과에 대한 합리성이 충분히 검증되었다. 이러한 이유로 현재까지 전문가들을 대상으로 의사결정을 행하는 문제에 있어서는 가장 보편적으로 사용되고 있는 방법론이다. 따라서 본 연구에서도 이 기법을 적용하고자 한다.

설문대상자의 응답에 대한 일관성을 검토하기 위한 지표로 일관성비율(CR, Consistency Ratio)을 사용하였다. Saaty는 이 값이 0.1미만이면 합리적인 일관성을 갖는 것으로 판단하였고, 최대 0.2이내까지는 일관성을 가지는 것으로 해석할 수 있지만 그 이상이면 일관성이 부족한 것으로 판단하여 재조사 및 재검토가 필요하다고 제안하였다. 본 연구에서는 정확도를 높이기 위해 일관성지수를 0.1미만으로 적용하였다. 응답자의 설문자료로부터 쌍대비교를 통한 가중치의 산정결과를 가지고 일관성비율을 검토한 결과, 비논리적인 것으로 나타나면 Feedback하여 비논리적인 부분을 하나씩 재검토하고, 보완하는 과정을 반복해서 수행하였다[2].

그리고 앞서 설정한 6개의 상위평가항목과 18개의 하위평가항목에 대한 가중치를 가지고 경산시의 교통사고찾은교차로 중 5개 지점에 대해 회전교차로 도입의 우선순위를 결정하였다.

AHP기법이 가지고 있는 가장 큰 특징 중 하나는

의사결정문제와 관련된 정보의 변화에 따라 민감도의 크기가 어느 정도인가를 분석할 수 있게 해주는 점이다. 본 연구에서는 이러한 점을 응용하였는데, 평가항목의 가중치를 변화시켜 분석함으로써 대상으로 선정한 5개 교차로의 도입우선순위가 어떻게 변화하는지를 파악할 수 있었다. 'Expert Choice 2000'에서 가능한 민감도 분석방법은 성과민감도, 동적민감도, 경사민감도, 2차원구성민감도, 가중차이민감도의 5가지 방법이 있다. 본 연구에서는 동적민감도(Dynamic Sensitivity) 분석방법을 이용하였다. 이러한 내용으로 진행되는 본 연구의 수행과정을 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구 방법
<Fig. 1> Methodology of this study

II. 기존연구 고찰

AHP기법을 이용한 교통분야의 연구는 다음과 같다. 정병두(2002)는 도로사업의 우선순위를 결정하는데 있어서 다기준의사결정법(Multi Criteria Decision Making) 중 AHP기법을 활용하였다. 그는 이 연구에서 이제까지 경제성 외에 소홀하게 다루어졌던 환경적인 측면, 주민생활과 지역균형발전 등을 반영한 종합평가를 실시하기 위해 평가항목별 가중치를 설정하고 각 항목별 평가지표에 대한 도로투자사업평가배점의 기준을 마련하였다. 또한, AHP기법을 적용하는데 있어서 사례로 분석한 도로투자사업과 같이 평가대상노선이 많을 경우에는 쌍대비교에 의한 우선순위 평가가 불가능하기 때문에, 상위 평가항목에 대해서는 상대평가법에 의해 가중치를 구하고 각각의 하위 목적요소에서는 평점에 의한 절대평가법을 조합하여 도로투자우선순위를 결정할 수 있는 AHP분석 방법론을 제안하였다[3].

최재원 등(2011)은 시내버스 준공영제 시행이 시민들의 수송에 좋은 성과를 거두고 있지만 교통사고사망 증가에 따른 부작용이 발생하고 있다고 보고, 교통사고 저감대책의 의사결정모델 개발을 시도하였다. 자료조사 및 분석방법은 교통전문가 설문과 AHP기법을 이용하였는데, 상위평가항목으로는 정량적 대책과 정성적 대책을 제시하였다. 분석결과, 정성적 대책보다 정량적 대책에서 더 높은 가중치를 가지는 것으로 나타났다. 정량적 대책으로는 정류소 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완 순으로 나타났고, 정성적 대책으로는 제도정비, 노선설계 보완 순으로 나타났다. 이런 결과는 향후 타시·도의 교통사고 저감대책을 수립·시행할 경우 참고할 수 있는 기초자료가 될 수 있다[4].

회전교차로 도입 효과에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있는데, 정용일 등(2008)은 그의 연구에서 다양한 교통조건에서의 회전교차로 도입효과를 다루고 있다. 2차로 진입 4지 교차로를 대상으로 다양한 교통특성(교차로 운영형태, 도로의 위계, 회전교통류 특성)을 감안한 분석시나리오를 작성하고, 교통량이 증가함에 따라 다르게 나타나는 회전교차로

와 신호교차로(2현시/4현시)의 운영효율을 비교하여 분석하였다. 그 결과, 균등한 진입교통류에서 회전교차로는 좌회전 교통류가 많은 경우와 방향별 회전교통량이 균등한 경우 신호교차로에 비해 운영효율이 우수하다고 제시하였다. 또한 불균등한 진입교통류에서 회전교차로는 진입교통량의 비율 차이가 클수록 신호교차로에 비해 운영효율이 우수한 결과를 제시하였다. 시간당 진입교통량이 5,000대/시 미만에서의 회전교차로 운영효율은 기타 운영형태와 비교할 때 충분한 기회비용을 가지는 것으로 분석되었으며, 이러한 결과를 가지고 회전교차로 운영을 통해 기대되는 비용감소효과를 제시하였다[5].

이와 같이 AHP기법을 적용하여 도로와 교통에 대한 연구는 지속적으로 수행되어 왔지만, 최근 관심의 대상이 되고 있는 회전교차로의 도입 우선순위 결정에 대한 이론적 연구는 거의 수행되지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서 수행하고자하는 방법은 충분한 설득력이 있고, 연구의 당위성도 충분하다고 할 수 있다.

III. 평가지표 설정과 자료수집방법

1. 평가항목 계층구성 및 평가지표 설정

AHP기법의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요요소와 세부요소들로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출하는 데 있다.

본 연구에서는 ①교통사고유형, ②교차로개선기대효과, ③주변접속교차로, ④주변토지이용, ⑤지역특성, ⑥교차로현황의 6개 상위평가항목과 각 항목별 3개씩의 하위평가항목을 선정하여 계층구조를 형성하였다. 그 다음 항목별로 가중치를 부여하여 회전교차로 도입의 우선순위를 결정하였다.

〈표 1〉 평가항목
(Table 1) Assessment elements

Element	Subelement
Accident type at intersections	- Accident involving single vehicle - Vehicle to vehicle crashes - Vehicle to pedestrian crashes
Expected effectiveness of improving intersections	- Safety - Reducing delay - Low speed
Circumjacent intersection	- Signalized intersection - Non-signalized intersection - Roundabout
Circumjacent land use	- Commercial area - Residential area - Industrial area
Regional characteristics	- Resident preference - Link to circumjacent road - Economic effect on circumjacent region
The current situation at intersection	- Traffic volume - Street trees around access road - Type of passing vehicles

2. 설문조사 개요

설문조사는 대구·경북지역 교통관련 담당공무원 21명과 교통관련 전문가 32명을 대상으로 개별면접 설문조사를 실시하였다. 회전교차로의 도입 우선순위를 결정하기 위한 AHP조사표는 평가항목별 가중치 산정을 위한 것과 교차로별 도입에 대한 평가를 위한 것의 2종류로 구성하였다.

전자의 조사표는 계층구조별 평가항목의 가중치를 산정하기 위해 실시한 것으로서, 쌍대비교에 의해 상위항목 6개와 하위항목 18개에 대하여 중요도를 조사하였다. 후자의 조사표는 경산시의 교통사고 잦은교차로를 대상으로 관련 담당공무원과 교통관련 전문가가 각 교차로를 기준으로 총 18개 항목중 8개 항목에 대해 중요도를 평가할 수 있도록 하였다. 제외한 10개 항목은 항목값 그 자체의 현황값을 그대로 적용하였다.

각 평가항목의 쌍대비교는 Saaty(1980)가 제안한 9점 척도로 부여하였다[6].

<표 2> 설문조사 개요
<Table 2> Survey outline

Contents of survey	Subject
1. Priority of introduction of roundabouts using AHP (Computed weight for each assessment element)	21 public officials in charge, 32 traffic experts
2. Evaluation of introduction of roundabouts using AHP(Assessment of each intersection)	

IV. 회전교차로 투자사업 우선순위 산정

1. 일관성 비율 검증

설문항목에 대한 각 응답자의 응답점수를 산술평균한 다음, 그 점수를 전체 분석에 이용하였다.

이러한 과정이 필요한 이유는 집단의사결정에 있어서 이해가 상충하는 여러 의사결정자들의 의견수

<표 3> 하위항목 일관성비율 검증 전·후 중요도
<Table 3> Significance of consistency rate of subelement before and after validation

Assessment elements		Global Priority	
		Before	After
Accident type at intersections	Accident involving single vehicle	0.008	0.011
	Vehicle to vehicle crashes	0.037	0.070
	Vehicle to pedestrian crashes	0.108	0.111
Expected effectiveness of improving intersections	Safety	0.138	0.140
	Reducing delay	0.016	0.013
	Low speed	0.033	0.031
Circumjacent intersection	Signalized intersection	0.029	0.046
	Non-signalized intersection	0.054	0.073
	Roundabout	0.013	0.029
Circumjacent land use	Commercial area	0.030	0.021
	Residential area	0.102	0.076
	Industrial area	0.011	0.007
Regional characteristics	Resident preference	0.023	0.010
	Link to circumjacent road	0.068	0.031
	Economic effect on circumjacent region	0.016	0.006
The current situation at intersection	Traffic volume	0.127	0.127
	Street trees around access road	0.151	0.146
	Type of passing vehicles	0.036	0.056
Total		1.000	1.000
Overall Inconsistency		0.24	0.06

렴을 이끌어내기 위함이다.

Saaty는 일관성 비율을 0.2이내까지는 허용가능한 것으로 보고 있고, 그 이상이면 재검토가 필요하다고 하였다[2,6].

본 연구에서는 검증 전 일관성 비율이 0.24로 나타났다기 때문에, 응답자의 판단결과를 Feedback하여 비논리적인 부분을 하나씩 재검토하는 과정을 거쳐 일관성 비율을 0.06으로 수정·보완하였다. 그 결과를 <표 3>에 제시하였다.

2. 상·하위 평가항목의 가중치와 중요도

회전교차로 도입의 우선순위를 결정하기 위해서 각 평가항목을 가지고 AHP계층구조를 결정하였다. 상위분류 평가기준은 서로 쌍대비교분석을 통해 중요도를 부여받고, 하위분류에서는 각 상위분류 평가기준 내 항목들의 쌍대비교분석을 통해 각각의 상대적 중요도를 얻게 된다. 최종적으로 부여받은 상위분류 항목의 중요도는 하위분류 평가항목에서 산정된 각 중요도를 곱함으로써 각각의 항목들이 전체에서 차지하는 가중치를 부여받는다. 평가가중치 산정결과는 아래 그림과 같이 나타났다[7].

상위 평가항목의 가중치를 살펴보면, 교차로현황 0.254로 가장 높게 나타났고, 다음으로 교차로개선 기대효과, 교차로사고유형, 주변토지이용, 주변접속 교차로, 지역특성 순으로 나타났다. 이는 회전교차로를 도입함에 있어서 지역의 특성보다는 교차로 현황이나 개선기대효과를 우선시한다는 것을 알 수 있다.

각 하위평가 기준에서의 중요도 우선순위는 종합가중치(Global Priority)를 기준으로 순위화하여 나타내었다. <표 4>는 각 평가항목과 하위기준의 가중치와 중요도 우선순위를 나타낸 것이다. 종합가중치 우선순위 분석결과, 접근로 차로수, 안전성 제고 등이 상위순위로 나타났고, 공업지역, 주변지역 경제적 효과 등이 하위순위로 나타났다.

〈표 4〉 하위평가항목 종합적 중요도 우선순위
 〈Table 4〉 Priority of comprehensive significance of assessment subelements

Assessment elements		Local Priority	Global Priority	Priority
Accident type at intersections	Accident involving single vehicle	0.057	0.011	15
	Vehicle to vehicle crashes	0.364	0.070	7
	Vehicle to pedestrian crashes	0.578	0.111	4
Expected effectiveness of improving intersections	Safety	0.761	0.140	2
	Reducing delay	0.073	0.013	14
	Low speed	0.166	0.031	10
Circumjacent intersection	Signalized intersection	0.311	0.046	9
	Non-signalized intersection	0.493	0.073	6
	Roundabout	0.196	0.029	12
Circumjacent land use	Commercial area	0.199	0.021	13
	Residential area	0.733	0.076	5
	Industrial area	0.068	0.007	17
Regional characteristics	Resident preference	0.208	0.010	16
	Link to circumjacent road	0.661	0.031	10
	Economic effect on circumjacent region	0.131	0.006	18
The current situation at intersection	Traffic volume	0.387	0.127	3
	Street trees around access road	0.443	0.146	1
	Type of passing vehicles	0.169	0.056	8
Total		-	1.000	-

순위를 결정하였다.

본 연구에서는 경산시의 교통사고 잦은 교차로 5개소(A.경북개발공사동측네거리, B.영대오거리, C.황제맨션앞네거리, D.경산역네거리, E.대학로오거리)에 대해서 분석하였다.

〈표 5〉 연구대상 교차로 특징
 〈Table 5〉 Characteristics of intersections selected as case study

Elements		Intersection	A	B	C	D	E
Accident type at intersections ¹⁾	Accident involving single vehicle		0	1	0	1	0
	Vehicle to vehicle crashes		6	20	5	7	6
	Vehicle to pedestrian crashes		9	3	10	8	10
Circumjacent land use	Commercial area		×	×	○	○	×
	Residential area		○	○	×	×	○
	Industrial area		×	×	×	×	×
Circumjacent intersection	Signalized intersection		×	○	×	○	×
	Non-signalized intersection		○	×	○	×	○
	Roundabout		×	×	×	×	×
The current situation at intersection	Lane(Two-way)		2	6	2	4	1

1) Accident type at intersection is based on accidents from 2009 to 2011

〈표 5〉에서 나타난 교차로사고유형, 주변토지이용, 주변접속교차로는 현황을 그대로 적용하여 교차로간 비교를 행하였으며, 그 외 항목들은 설문조사에 의한 쌍대비교로 가중치를 부여하여 회전교차로 도입 우선순위를 결정하였다.

3. 회전교차로 도입 우선순위 분석

1) 대상교차로 선정

앞서 분석된 18개 평가항목에 대한 가중치와 함께 경산시의 교통사고 잦은 교차로에 대하여 조사된 교차로평가표를 가지고 회전교차로 도입의 우선

2) 가중치에 의한 회전교차로 도입 우선순위 분석

가중치에 의한 우선순위 결정은 앞서 분석된 평가항목별 가중치와 각 평가항목에 대한 5개 교차로간의 가중치를 이용하였다. 그리고 5개 교차로에 대한 각 평가항목별 및 종합적인 회전교차로 도입 우

선순위를 분석하였다.

가중치에 의한 우선순위 결정의 구체적인 분석결과는 <표 6>과 같다. 회전교차로 도입의 우선순위가 가장 빠른 것으로 나타난 곳은 경북개발공사동편네거리(A교차로)로 나타났다. 6개 상위항목 중 교차로

<표 6> 가중치에 의한 우선순위 결정결과
<Table 6> Results of priority decision based on weight

Intersection Elements	A	B	C	D	E
Accident involving single vehicle	0.048	0.429	0.048	0.429	0.048
Vehicle to vehicle crashes	0.082	0.655	0.053	0.128	0.082
Vehicle to pedestrian crashes	0.195	0.028	0.327	0.124	0.327
Accident type at intersections	0.161	0.191	0.250	0.142	0.256
Safety	0.402	0.040	0.220	0.220	0.118
Reducing delay	0.126	0.444	0.098	0.254	0.078
Low speed	0.383	0.092	0.115	0.229	0.182
Expected effectiveness of improving intersections	0.380	0.075	0.194	0.224	0.126
Signalized intersection	0.048	0.429	0.048	0.429	0.048
Non-signalized intersection	0.310	0.034	0.310	0.034	0.310
Roundabout	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Circumjacent intersection	0.220	0.170	0.220	0.170	0.220
Commercial area	0.048	0.048	0.429	0.429	0.048
Residential area	0.310	0.310	0.034	0.034	0.310
Industrial area	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
Circumjacent land use	0.260	0.260	0.110	0.110	0.260
Resident preference	0.148	0.097	0.246	0.158	0.351
Link to circumjacent road	0.101	0.355	0.251	0.101	0.192
Economic effect on circumjacent region	0.079	0.202	0.154	0.384	0.181
Regional characteristics	0.108	0.281	0.238	0.148	0.225
Traffic volume	0.306	0.054	0.154	0.104	0.382
Street trees around access road	0.316	0.060	0.247	0.135	0.242
Type of passing vehicles	0.296	0.076	0.210	0.104	0.313
The current situation at intersection	0.309	0.061	0.209	0.119	0.303
Value assessment	0.268	0.143	0.201	0.153	0.234
Priority	1	5	3	4	2

A. Intersection of the east side of Kyongbuk Development Corporation
B. Youngdae Ogeori, C. Intersection in front of Hwangje Mansion
D. Kyongsanyeok Intersection E. Daehak-ro Ogeori

개선기대효과와 교차로현황에서 가중치가 높은 것으로 분석되었기 때문이다. 2순위 교차로는 대학로 오거리(E교차로)인 것으로 나타났으며, 3순위 교차로는 황제맨션앞네거리(C교차로)인 것으로 분석되었다.

A교차로의 특징은 주거지역내에 존재하고 있으며, 접근로 차로수가 2차로, 주변 접속교차로는 비신호교차로이다. 차량통행은 비교적 적은 편이며, 차대차보다 차대보행자사고 비율이 높은 교차로이다. 이러한 상황으로부터 판단할 때, 이면도로의 교차지점에서 적은 교통량이지만 교통사고가 많이 발생하는 지점에 우선적으로 회전교차로 도입을 고려해 볼 수 있다고 판단된다.

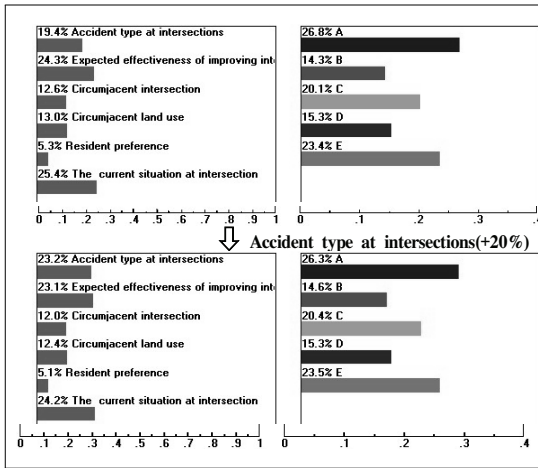
이상과 같이 각 평가항목에 대한 가중치를 가지고 회전교차로 도입의 우선순위를 결정할 수 있는 분석사례를 제시하였다. 이 방법은 회전교차로 도입을 결정하고 관리하는 기관에서는 유사사업에 대해서도 다양하게 적용하는 것이 가능하다. 사업의 실행목적이나 우선순위 결정기준이 다를 경우, 이에 맞추어 평가항목을 일부 조정하여 적용하는 것이 가능하기 때문이다.

V. 민감도 분석

AHP기법의 중요한 특징 중 하나는 의사결정문제와 관련된 정보의 변화에 따른 민감도를 분석할 수 있게 해준다는 점이다. 즉, 평가기준의 가중치를 변화시켜 나감으로써 대안의 우선순위가 어떻게 변화하는 지를 파악할 수 있다. 따라서 민감도 분석(Sensitivity Analysis)은 가중치의 일정범위를 변경해서 적용함으로써 평가결과에 어느 정도의 크기로 영향을 미치는가를 역으로 판단하는 것이 가능하다. 분석에 사용된 'Expert Choice 2000'은 서론에서 언급한 것처럼 본 연구에서 적용한 동적민감도 분석 방법을 비롯하여 5가지 분석이 가능하다[8].

동적민감도는 상위항목중 하나의 기준에 대한 가중치를 변화시킴에 따라 분석대상 5개 교차로의 도입 우선순위가 바뀔 수도 있다는 것을 의미하고 있다. <그림 2>에서 나타낸바와 같이 상위항목의 값을

변화시킴으로써 회전교차로의 도입 우선순위가 변화함을 알 수 있었다.



〈그림 2〉 동적민감도 분석 예
 〈Fig. 2〉 Examples of dynamic sensitivity analysis

이는 각 교차로가 가지고 있는 여러 가지 특성 중 분석항목을 개선시킨다든지, 변화시킬 경우 회전교차로 도입의 우선순위가 달라질 수도 있음을 의미하고 있다. 또한, 이러한 분석방법을 통해 다른 지역에서도 우선순위를 결정하는 전략중 하나로 활용할 수 있다.

<표 7>은 상위항목 값을 $\pm 20\%$ 변화시켰을 때, 각 항목별 가중치의 값이 어떻게 변화하는지를 분석한 결과이다. A교차로 26.1~27.3%, B교차로 13.6~14.9%, C교차로 19.8~20.4%, D교차로 14.9~15.8%, E교차로 22.7~24.1% 사이에서 각각 변화하였다. 각 교차로마다 약간씩의 차이는 있었지만, 가중치가 대체로 비슷한 수준에서 같이 변화하였으므로 도입의 우선순위에 대한 변화는 없었다. 또한 $\pm 20\%$ 정도에서는 종합가중치가 우선순위를 바꿀 수 있을 만큼 크게 변화하지 않음을 알 수 있다.

상위항목 중 1개 항목을 임의로 선정하여 가중치의 값을 $\pm 20\%$ 씩 증가시키면서 우선순위의 변화를 분석하였다. 6개 상위항목 중 교차로개선효과 항목 1개를 가지고 분석하였는데, <표 8>에서 정리한 것처럼 -40% 이상에서 우선순위에 대한 변화가 약

〈표 7〉 민감도분석 결과
 〈Table 7〉 Results of sensibility analysis

(Unit:%)

Intersection	Rate	A	B	C	D	E
		(26.8)	(14.3)	(20.1)	(15.3)	(23.4)
Accident type at intersections	+20%	26.3	14.6	20.4	15.3	23.5
	-20%	27.3	14.1	19.9	15.4	23.3
Expected effectiveness of improving intersections	+20%	27.6	13.6	20.1	15.8	22.7
	-20%	26.1	14.8	20.2	14.9	24.1
Circumjacent intersection	+20%	26.7	14.4	20.2	15.4	23.4
	-20%	27.0	14.2	20.1	15.3	23.5
Circumjacent land use	+20%	26.8	14.7	19.8	15.2	23.5
	-20%	26.8	14.0	20.4	15.4	23.3
Regional characteristics	+20%	26.7	14.5	20.2	15.3	23.4
	-20%	27.0	14.2	20.1	15.3	23.4
The current situation at intersection	+20%	27.1	13.8	20.2	15.1	23.9
	-20%	26.5	14.9	20.1	15.6	22.9
Priority		1	5	3	4	2

* Parentheses is the percentage of total assessment based on current data base

간씩 발생함을 나타내고 있다.

하지만 표에서 제시한 우선순위의 변화는 임의의 1개 항목을 설정하여 값의 변화를 살펴본 것으로서 다른 항목이나, 다른 대상교차로에서도 동일한 결과가 도출된다고는 할 수 없다. 다만, 이러한 과정을

〈표 8〉 항목값을 순차적으로 증가시킨 결과
 〈Table 8〉 The result of increasing the value of elements

(Unit:%)

Intersection	Rate	A	B	C	D	E
Expected effectiveness of improving intersections	0%	26.8 (1)	14.3 (5)	20.1 (3)	15.3 (4)	23.4 (2)
	+20%	27.6 (1)	13.6 (5)	20.1 (3)	15.8 (4)	22.7 (2)
	-20%	26.1 (1)	14.8 (5)	20.2 (3)	14.9 (4)	24.1 (2)
	+40%	28.3 (1)	13.4 (5)	20.0 (3)	16.2 (4)	22.0 (2)
	-40%	25.4 (1)	15.2 (4)	20.2 (3)	14.4 (5)	22.0 (2)
	+60%	29.0 (1)	13.0 (5)	20.0 (3)	16.7 (4)	21.3 (2)
	-60%	24.7 (2)	15.6 (4)	20.3 (3)	14.0 (5)	25.5 (1)
	+80%	29.7 (1)	12.6 (5)	19.9 (3)	17.1 (4)	20.7 (2)
	-80%	23.9 (2)	16.1 (4)	20.3 (3)	13.5 (5)	26.2 (1)

* Parentheses is priority of assessment
 □ is intersection where priorities change

거쳐 우선순위가 변화할 수도 있음에 의미를 두고 자하는 것이다. 계획의 입안이나 실행과정에서 우선순위의 변경의 당위성을 설명하고자 할 때 고려할 수 있는 방법론을 제시한 것이라는 데 의의가 있다고 하겠다.

VI. 결 론

본 연구에서는 회전교차로 도입의 우선순위를 결정하기 위해 교차로 운영과 관련된 6개의 상위평가항목과 18개의 하위평가항목을 설정하였다. 우선순위를 결정하는 방법론은 AHP기법을 이용한 객관적 평가방법을 제시하였고, 사례연구로 5개 교차로를 선택하여 우선순위를 분석하였다. 이를 위해서 교통 관련 공무원과 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 또한 평가항목의 가중치를 변화시켜 분석함으로써 우선순위에 어떤 변화가 나타나는지를 알아볼 수 있는 민감도분석을 실시하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 상위평가항목의 가중치 산정결과는 교차로 현황 25.4%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 교차로 개선기대효과 24.3%, 교차로사고유형 19.4%, 주변토지이용 13.0%, 주변접속교차로 12.6%, 지역특성 5.3% 순으로 나타났다. 이 결과는 회전교차로의 도입시 지역특성과 같은 항목보다는 교차로현황이나 개선기대효과를 우선시한다는 것을 알 수 있다.

둘째, 분석대상으로 선정된 5개 교차로에 대해 가중치에 의한 회전교차로 도입의 우선순위를 분석한 결과, 1순위는 경북개발공사동편네거리(A교차로)로 나타났다. 이 교차로는 주거지역에 있는 이면도로가 교차하는 지점으로서 차량통행이 많지는 않지만 교통사고발생비율이 높은 특징을 가지고 있다.

셋째, 각 상위항목별 가중치를 변화(±20%)시킨 민감도 분석을 실시한 결과, 순위변동은 없었다. 또한, 상위항목 중 교차로개선기대효과 항목 1개만을 가지고 가중치를 ±20~±80%까지 다양하게 적용하여 분석한 결과, -40%이하에서는 우선순위에 대한 변화가 조금씩 나타났다. 이러한 결과로부터 실제 현장에서의 적용시 항목값들이 스스로 변화하거나

인위적으로 변화시킴으로서 우선순위를 관리하는 방법도 가능함을 보여주고 있다.

AHP기법을 적용한 교통분야의 연구는 지속적으로 수행되어 왔지만, 회전교차로에 대한 연구는 거의 수행되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 AHP기법을 이용하여 회전교차로의 도입 우선순위 결정하는 방법론을 제시하였으며, 이 방법론에 대해 민감도 분석을 통한 검증방법을 제시하였다.

그리고 이러한 방법론에 착안하여 좀 더 일반화된 결과를 도출하기 위해선 다양한 상황을 반영하도록 항목들을 재조정할 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

- [1] S. Y. Lee, *Jeju roundabout through the expansion of advanced transportation operating system*, Jeju Development Institute, pp.3, May. 2012.
- [2] B. M. Park, "A Study for the Evaluation Model of Brand Image of High-technology Products using Analytic Hierarchy Process", *Graduate School of Seoul National University*, pp.41-59, Feb. 2002.
- [3] B. D. Jung, "The Analysis of Roads Investment Using Analytic Hierarchy Process", *Journal of Korean Society of Transportation*, vol. 20, no. 5, pp.45-54, Oct. 2002.
- [4] J. O. Choi, H. Y. Jung, S. Y. Jang, "Development of Decision Making Model of Measures on the Decrease of Traffic Accident Following Implementation of Intra-city Bus by using AHP", *Journal of the Korean society of civil engineers*, vol. 31, no. 5D, pp.679-687. Sep. 2011.
- [5] Y. I. Jung, Y. H. Song, "Analysis on the Effectiveness of Roundabouts at the Various Traffic Conditions", *Journal of Traffic Safety Research*, vol. 27, pp.151-168, Dec. 2008.
- [6] Thomas L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York, 1980.

- [7] Expert Choice Inc, *Expert Choice 2000-Quick Start Guide and Tutorials*, Expert Choice Inc, Pittsburgh, PA. , 2000. *Hierarchy Process*, DongHyun Publisher, pp.3-47. Sep. 2013.
- [8] K. T. Cho, Y. G. Cho, H. S. Kang, *The Analytic*

저자소개



우 용 한 (Woo, Yong Han)

2012년 ~ 현 재 : 경일대학교 건설공학부 부교수
2008년 ~ 2012년 : 경일대학교 건설공학부 겸임교수
1998년 : 영남대학교 대학원 도시공학과 졸업 (공학박사)
1989년 : 영남대학교 대학원 도시공학과 졸업 (공학석사)
1987년 : 영남대학교 공과대학 도시공학과 졸업 (공학사)
e-mail : yhwoo3@kiu.ac.kr
연락처 :



김 민 석 (Kim, Min-Seok)

2011년 ~ 현 재 : 경일대학교 도시문제연구소 선임연구원
2003년 ~ 2010년 : (주) 교통시스템연구소 연구원
2011년 : 경일대학교 대학원 토목공학과 수료 (박사수료)
2004년 : 경일대학교 대학원 도시정보·측지지적공학과 졸업 (공학석사)
2002년 : 경일대학교 공과대학 도시정보공학과 졸업 (공학사)
e-mail : kms1033@lycos.co.kr
연락처 :