大 韓 土 木 學 會 論 文 集
第31卷 第5D號 · 2011年 9月
pp. 679~687

AHP 기법을 이용한 시내버스 교통사고 저감대책 의사결정 모델개발

Development of Decision Making Model of Measures on the Decrease of Traffic Accident Following Implementation of Intra-city Bus by using AHP

최재원* · 정헌영 · 장석용*****
Choi, Jae Won · Jung, Hun Young · Jang, Seok Yong

Abstract

Implementation of semi-public management system of intra-city bus achieve excellent results but there are some side effects like increase of the fatal traffic accidents. This study tries to develop decision making model of measures of reducing traffic accidents following implementation of semi-public management system of intra-city bus. And survey with traffic experts and analytic hierarchy process are used for data survey and analysis. Quantitative measures and qualitative measures are suggested as high assessment items of AHP. Quantitative measures of low assessment items composed of a raise in the number of bus and safety device installation, facility supplement of bus stop, supplement of pedestrian protection facility, traffic safety assessment and supplement. Qualitative measures composed of system organization, redesign bus route, reinforcement of education, campaign and enforcement. The results of this study are as follows. First, the result turns out more weights are calculated on quantitative measures than on qualitative measures. Second, It is turned out in order of facility supplement of bus stop and traffic safety assessment and supplement as the quantitative measures. Third, as qualitative measures, system organization and redesign bus route are in the order. The results of this study are considered to be a basic data which can be referred if measures on the decrease of traffic accident are established and implemented in other cities and provinces.

Keywords : *AHP, semi-public management system of intra-city bus, measures on the decrease of traffic accident, facility supplement of bus stop, system organization*

요 지

시내버스 준공영제 시행이 시민들의 수송에 좋은 성과를 거두고 있지만 교통사망사고 증가에 따른 부작용이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책의 의사결정 모델 개발을 시도하였으며, 자료조사 및 분석방법은 교통전문가 설문과 계층분석법(AHP)을 활용하였다. 계층분석법(AHP)의 상위평가항목으로는 정량적 대책과 정성적 대책을 제시하였다. 하위평가항목 중 정량적 대책으로는 버스증차 및 안전장치 설치, 정류소 시설물 보완, 보행자 보호 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완으로 구성되어 있으며, 정성적 대책으로는 제도정비, 노선설계 보완, 교육 · 캠페인강화, 단속강화로 구성되었다. 분석결과를 살펴보면 첫째, 정성적 대책보다 정량적 대책에서 더 높은 가중치 결과가 나타났으며, 둘째, 정량적 대책으로는 정류소 시설물보완, 교통안전 진단평가 및 보완 순으로 나타났고, 셋째, 정성적 대책으로는 제도정비, 노선설계 보완 순으로 나타났다. 이런 결과는 향후 타시도의 교통사고 저감대책을 수립 · 시행할 경우 참고할 수 있는 기초 자료가 될 것이라고 사료된다.

핵심용어 : AHP, 시내버스 준공영제, 교통사고 저감대책, 정류소 시설물 보완, 제도정비

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

현재, 각지자체에서는 자동차의 지속적인 증가로 인한 여러 가지 문제점을 해결하고 도로의 원활한 소통을 위하여 대중교통 활성화를 추진하고 있다. 그 중 대표적인 대중교통 체계개편의 하나인 시내버스 준공영제를 시행함으로써 대중교통 활성화를 이루고 있다.

하지만 시내버스 준공영제 시행 이후 교통사망사고가 증가하는 등 부작용이 발생하고 있다. 실제로, 서울특별시의 경우 중앙버스전용차로제의 시행 전(2002.7.1~2004.6.30) · 후(2004.7.1~2006.6.30)의 교통사고를 비교한 2007년 국정감사

*정회원 · 도로교통공단 · 부산대학교 도시공학과 박사수료 (E-mail : las75@daum.net)
**정회원 · 부산대학교 도시공학과 정교수 (E-mail : huyjung@pusan.ac.kr)
***정회원 · 교신저자 · 도로교통공단 (E-mail : j95511056@rota.or.kr)

자료에 따르면, 교통사고 발생건수는 2,077건에서 1,906건으로 171건 감소하였지만, 사망사고는 32건에서 41건으로 크게 증가한 것으로 나타났다.

또한, 부산광역시의 경우 시내버스준공영제 시행 전(2007.1.1~2007.4.30)·후(2008.1.1~2008.4.30) 교통사고 발생건수는 530건에서 494건으로 36건 감소하였지만 사망건수는 2건에서 3건으로 증가하였고, 시내버스 준공영제 시행 후 일정시간이 경과한 후(기간 1: 2007. 6.1~2007.12.31, 기간 2: 2008.6.1~2008.12.31)에는 기간 1과 기간 2를 비교했을 때, 교통사고 발생건수는 869건에서 847건으로 22건 감소하였지만, 사망사고는 2건에서 5건으로 3건이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합적으로 볼 때, 교통사고 발생건수는 감소하였지만 사망사고는 증가하는 것으로 보아진다.

그럼에도 불구하고 이러한 문제점에 대한 연구는 최근에 저자 등[1]이 행한 시내버스 운전자의 운전태도 변화 분석과 그에 따른 교통사고 저감대책 방안 및 시내버스 운전자의 고령화에 따른 교통사고 저감대책 등을 제외하고는 보이지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 저자 등의 선행연구에서 제시한 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책 방안에서 우선순위를 선정하여 최적의 교통사고 저감대책[2]을 위한 합리적인 의사결정 모델을 개발하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책의 우선순위를 선정하기 위해서는 주관적·객관적 기준들을 종합적으로 고려할 수 있는 다속성 의사결정기법(Multi-attitude Decision making)의 사용이 필수적으로 요구된다. 목표계획법(Goal Programming), 효용함수법(Utility Function) 등 다양한 의사결정 기법 가운데 본 연구에서는 계층화분석기법(Analytic Hierarchy Process; AHP)을 이용하여 우선순위를 정하고자 한다.

먼저 선행연구에서 제시한 교통사고 저감대책 방안 중 대학교수 및 교통기관 전문가들의 협의를 통해 최종 평가항목을 결정하여 의사결정 모델의 계층구조를 제시한다. 다음으로 제시된 계층구조를 바탕으로 교통전문가 등의 설문을 통해 가중치를 부여하여 최적의 우선순위를 선정한다. AHP기법에 의한 교통사고 저감대책의 의사결정과정은 그림 1과 같다.

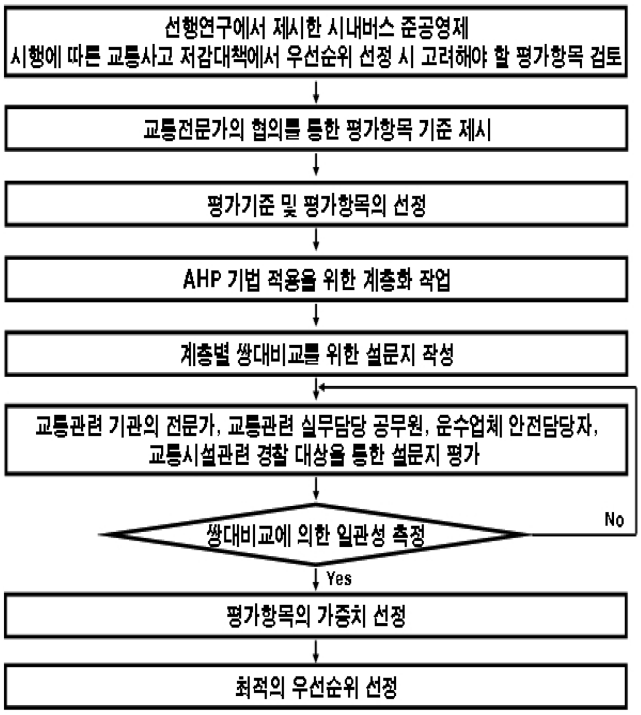

그림 1. 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책 우선순위 의사결정과정

아울러 이러한 분석을 바탕으로 향후 타 도시에서 교통사고 저감대책을 수립·시행할 경우 참고할 수 있는 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 기존문헌 고찰 및 이론적 배경

2.1 AHP 분석 방법

본 연구의 분석에 적용되는 AHP 분석 방법은 1970년대 초 Tomas L. Saaty에 의해 제안된 기법으로서, 현재까지 전문가들을 대상으로 의사 결정을 하는 문제에 있어, 가장 널리 사용되고 있는 방법론이다.

AHP는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며 복합적인 경우 상호 배반적인 대안들의 체계적인 평가를 지원하는 의사결정지원기법(decision support system)의 하나로서 정성적(qualitative) 요소를 포함하는 다기준 의사결정(multi-criteria decision marking)에 널리 사용되고 있다(박현 등, 2001).

일반적으로 AHP기법의 분석과정은 그림 2와 같이 나타낼 수 있다.

브레인스토밍을 통해 많은 아이디어를 제시하여 그 중 최상위 단계와 중간단계, 최하위단계의 계층구조를 설계한다. 다음으로 이원비교행렬과 항목별 우선순위 도출을 통해 상대적 중요도를 결정한 후, 일관성 검정을 통해 전체중요도 계산 및 대안의 평가를 거쳐 최종적으로 대안을 확정하는 일련의 과정을 거친다.

AHP기법을 통해 각 대안의 가중치와 우선순위를 선정하기 위해서는 상위평가요소를 기준으로 하위계층 간의 상대

1) ① 최재원, 정헌영, 장석용, 김광욱(2010) “시내버스 준공영제가 시내버스 교통사고 및 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 미치는 영향 분석”, 대한교통학회 제 28권 제4호, pp.73-83. 2010.8.
② 최재원, 정헌영, 장석용, 고상선(2011) “시내버스 준공영제 시행에 따른 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 근거한 교통사고 저감대책 방안에 관한 연구”, 대한토목학회논문집 제 31권 제 1D호, pp.33-42. 2011.1
③ 최재원, 정헌영(2011) “시내버스 운전자의 고령화에 따른 교통사고 저감대책 마련에 관한 실증적 연구”, 대한토목학회논문집 제 31권 제 3D호, pp.391-401. 2011.5

2) 본 논문에서의 교통사고 저감대책은 교통사고 발생건수에서 시내버스 준공영제 시행 이후 교통사고가 감소하는 긍정적인 결과뿐만 아니라 더욱더 교통사고를 감소시킬 수 있는 방안에 대한 저감대책이며, 더불어 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사망사고 증가에 대한 교통사망사고 저감대책도 포함되어 있다.

적 중요도와 각 대안이 상위기준에 기여하는 정도를 측정하는 것이 필요한데, 이것은 이원 비교 행렬(pairwise comparison matrix)을 통해 일관성 있게 유도 될 수 있다.

AHP에 있어서 선호도 를 구하는 방법을 다음과 같다. n개의 평가항목 X_{1K}, X_{2K}, …, X_{nK}와 각 항목의 선호도를 $u(\cdot)=w_i$이라고 하면, 항목 X_{ik}와 X_{jk}간의 상대적인 선호도 비교치 는 식 (1)로 표현된다.

$$a_{ij}=\frac{w_i}{w_f} \tag{1}$$

또한, 위의 a_{ij}로 쌍대비교 행렬을 구성할 수 있으며, 여기에 선호도의 벡터(w_i)를 곱하면 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \cdot n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \tag{2}$$

식 (2)의 행렬 A에 선호도 벡터 W(w_1, w_2, …, w_n)를 곱하면

$$AW=nW \tag{3}$$

이 된다. (3)식을 다시,

$$(A-nI)W=0 \tag{4}$$

로 변경하면 통상의 고유치 문제에 귀착하게 된다.

여기서, n은 A의 고유치, W는 A의 고유벡터이며, (4)식에서 구한 A의 최대고유치 λ_{MAX}에 대한 고유 벡터가 선호도(weight)의 추정치이다. n개의 평가항목의 선호도 합계가 1이 되도록 추정치의 수치를 환산하면 각 평가항목의 가중치가 구해지며, 이 가중치는 행렬 A에서 행의 기하평균을 이용하여 그 근사치를 구할 수 있다(정헌영 등, 2005)[3].

따라서, AHP 기법을 이용하여 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책 의사결정 모델 개발의 우선순위 선정에 있어 고려해야 할 각각의 4가지 항목에 대한 가중치 합을 1로 두고 항목별 가중치를 구할 수 있다.

2.2 국내 시내버스 준공영제 시행 현황

2011년도 6월을 기준으로 국내 시내버스 준공영제를 실시하고 있는 곳은 서울특별시를 비롯한 부산광역시, 인천광역시, 대구광역시, 광주광역시, 대전광역시, 광주광역시, 경남 창원시이며 표 1은 국내 광역시 대중교통 체계 개편에 대한 주요 내용을 나타내고 있다.

국내 광역시에서의 시내버스 준공영제는 서울특별시가 2004년 7월 1일부터 먼저 시행하였으며 이어서 대전광역시, 대구광역시 등이 시행하였다. 부산광역시는 2007년 5월15일로 시행하였다.

3. 시내버스 교통사고 저감대책을 위한 우선순위 선정

3.1 우선순위 선정을 위한 평가항목

구체적인 평가항목을 확보하기 위해 저자 등의 선행연구에서 제시한 교통사고 저감대책을 표 2에 나타내었다. 평가항목의 선정 및 분류 기준은 표 2에서 제시한 교통사고 저감대책 중에서 교통전문가 3명과 협의를 통해 교통시설물 설치 및 보완 등과 같은 정량적 부분과 제도정비 및 교육 등과 같은 정성적 부분으로 분류하였다. 그 결과 상위계층구조는 정량적 대책과 정성적 대책으로 구분 할 수 있었다.

정량적 대책의 하위 계층 구조로는 버스증차 및 안전장치 설치, 정류소 시설물 보완, 보행자 보호 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완 4가지로 구성되어 있으며, 정성적 대책의 하위 계층구조로는 제도정비, 노선설계 보완, 교육・캠페인강화, 단속강화 4가지로 구성되어 있다.

이에 따라 본 연구에서는 의사결정모델의 계층구조를 그림 3과 같이 제시하였으며, 각각의 하위 계층구조의 대표적 주요 내용을 표 3에 나타내었다.

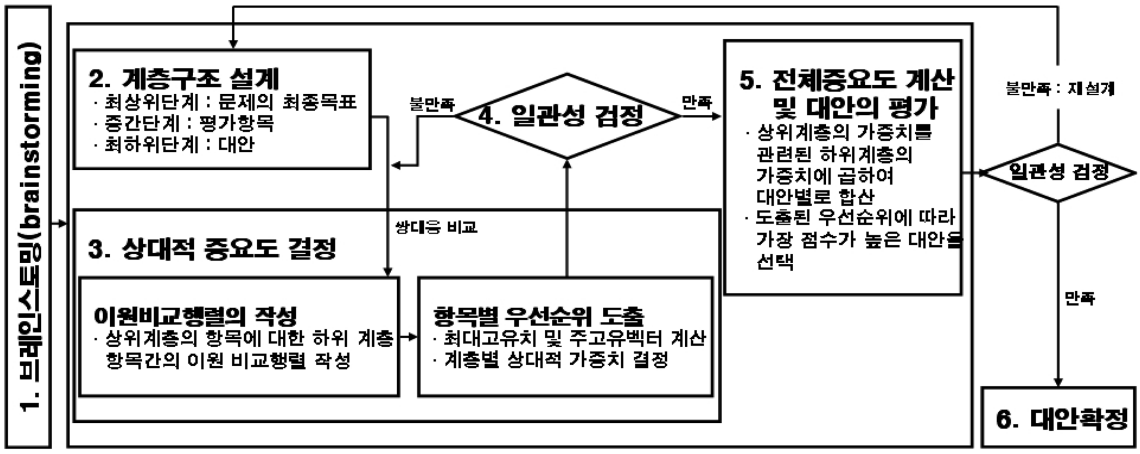

그림 2. AHP 기법의 분석과정[4]

3) 정헌영, 이하원, 김장규(2005) “AHP기법을 이용한 지하철 역사의 상하이동 편의시설 설치 우선순위 선정에 관한 연구”, 대한토목학회논문집 제25권 제3D호, pp.423-428. 2005.

4) 이충성, 이상철, 김형수, 심명필(2005) “치수사업을 위한 다기준의사결정모형 개발 - 1. AHP와 MAUT의 비교분석”, 대한토목학회 논문집 제25권 제5B호, pp. 337-346. 2005.

표 1. 국내 광역시 대중교통 체계 개편 주요 내용

구분			서울특별시	대전광역시	대구광역시	광주광역시	부산광역시
목적			- 노선의 공공성 강화 - 안정적 서비스 제공	- 안정적 공급 - 서비스 제공	- 노선의 공공성 강화 - 효율성 극대화	- 고객감동의 버스체계 개편 - 안정적 노선 운행	- 대중교통 이용 활성화 제고 - 새로운 대중교통수요 창출
운영체제	수입금 공동 관리제		○	○	○	○	○
	총비용 노선 입찰제		○	×	×	×	×
시내버스 준공영제 시행일			2004년 7월 1일	2005년 7월 4일	2006년 2월 19일	2006년 12월 21일	2007년 5월 15일
요금제 유형			통합거리비례제	무료 환승제	무료 환승제	무료 환승제	환승할인제
기존 버스운영체계[5]			개별 노선제	공동 배차제	공동 배차제	공동 배차제	개별 노선제
기존 환승할인요금			할인 없음	할인 없음	할인 없음	1시간 1회 한하여 무료	시내버스+시내버스 무료 환승
수입금 관리기구 (수입금 공동관리제 시행 시)			수입금 공동관리협의회 (운송사업조합 내 위치)	정산팀 시에서 운영 (운영업체에서 관리직원 파견)	수입금 공동관리업체협의회 (버스운송사업조합 내 위치)	수입금 공동관리위원회 (현재 시에서 관리)	수입금 공동관리위원회 (현재 시에서 관리)
독립적 버스 관리기구			×	×	×	×	×
운행업체 평가	경영(운행성과) 평가		○	○	○	○	○
	서비스(만족도) 평가		○	○	○	○	○
	인센티브 수준		버스 운행 이윤의 25%	6천만 원	3억원	기업 이윤의 6%	기본 이윤의 15%
준공영제 외 개편 제도	노선 개편	노선조정	○	○	○	○	○
		유형구분	○	×	○	○	○
	요금체계		○	○	○	○	○
	중앙버스전용차로		○	×	×	×	×
	신 교통카드		○	○	○	○	○
	BMS 구축		○	○	○	○	○
	환승편의시설		○	×	○	○	○

자료 : 부산발전연구원, 2007.(부산발전연구원(2007) 자료에 근거하여 2011. 6월까지 업데이트한 자료임)

표 2. 시내버스 준공영제 시행에 따른 시내버스 운전자 운전태도 변화분석에 근거한 교통사고 저감대책[6]

구분(집단)	대 책
A	• 무리한 배차시간과 배차간격을 예방하기 위해 시내버스 증차 필요 • 배차시간을 맞추기 위한 불법 운전행위 근절 교육 시행(교차로 꼬리 물기, 무리한 끼어들기, 무리한 앞지르기 등) • 시내버스 운전자의 과다한 운행시간 제한 • 운전 중 위급한 상황을 대비한 정기적인 방어운전 사례별 교통안전교육 실시 • 교통사고를 낸 시내버스 운전자의 맞춤식 교육 • 주행 폭이 좁은 공간 운행 시 운전 및 주의 집중 운행 교육 강화
B	• 진로변경 시 방향지시등 사용과 양보운전 등 타 운전자를 배려한 교통안전교육 강화 • 지속적인 교통법규 위반 행위 감소를 위하여 시내버스 차량용 블랙박스에 저장된 영상의 정기적인 모니터링 실시 • 대중교통체계 개편으로 인해 증가한 교통사고 유형과 관련된 예방교육 시행 • 매일 '승객의 안전한 하차를 반드시 확인 후 출발'하도록 운전자 교통안전교육 실시 • 개문발차, 승객 버스 내 이동 중 출발 등을 근절하기 위한 주의 교육을 버스 운행 전 매일 실시 • 도로를 횡단하는 보행자 보호를 위한 감속 운행 및 인명 존중에 근거한 교통안전교육 실시
C	• 신호 및 지시 의무 위반 방지를 위해 전년 대비 교통법규 위반 횟수가 증가한 운수업체에 대한 시의 보조금 삭감제 도입 • 시내버스 운전자의 정기적인 교통안전교육 강화(특히 안전운전 의무 불이행과 신호 및 지시 의무 위반 교육 강화) • 과속 방지를 위해 시내버스 운행기록장치 매일 점검 • 교통사고 자동기록장치의 확대 설치 • 교통법규 위반 감소를 위해 교통단속 강화 • 시내버스전용차로 위반 차량 단속 장비의 확대(2010년 서울특별시에서 시행 중인 버스 탑재형 장비 등) • 지자체와 시내버스 운수업체와의 긴밀한 협조를 통한 지속적인 교통안전 캠페인 전개

5) "기존 버스운영체계" 및 "기존 환승할인요금"은 시내버스 준공영제 시행 전의 버스운영체계 및 환승할인요금을 의미함.

6) 최재원, 정헌영, 장석용, 고상선(2011) "시내버스 준공영제 시행에 따른 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 근거한 교통사고 저감대책 방안에 관한 연구"에서 제시한 교통사고 저감대책 방안으로 표 2에서 A~D까지의 집단은 시내버스 준공영제 시행에 따른 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 근거한 PROXSCAL법을 통한 다차원분석 결과를 분석하여 4개의 집단으로 군집시켜 놓은 것으로 각각의 집단에 대한 교통사고 저감대책을 나타내고 있다.

표 2. 계속

구분(집단)	대 책	
D	• 운행 중 위급한 상황을 대비해 라디오 및 휴대폰 사용 금지 등 안전운행 방해 요소 제거 • 시내버스사고 높은 시간대 시내버스 증차로 운전자의 배차시간 준수에 따른 스트레스 저감을 유도하여 무리한 운행행위 예방・저감 • 지자체와 연계한 난폭운전 단속 강화 • 신호 및 지시 의무 위반 교통단속 강화 • 시민단체와 연계한 시민 신고제도 활성화 • 친절・불친절 카드 이용 확대 • 과속 방지를 위해 시내버스 전 차량 속도 제어장치 설치	
A, B, C, D 공통	정류소	• 버스정류소 부근 무단횡단 방지를 위한 펜스 설치 및 시야 장애물 제거 • 버스정류소 부근 버스 속도 저감 • 버스정류소 부근 CCTV 설치 및 야간 조명 개선을 통한 밝기 조정 • 버스정류소 이용자 좌석의 설치 방향을 버스 진입 방향으로 조정 • 버스정류소 부근 도로 구획선 지그제그선 설치 • 보행자 교통사고 잦은 정류소 선정을 통한 보완 및 안전한 장소로의 이전 • 선정된 교통사고 잦은 정류소 주변 버스 난폭운전 집중 단속 • 횡단보도 20m 내 버스정류소 설치하지 않도록 함
	보행자 횡단	• 버스정류장 인근 횡단보도 및 횡단보도 표지나 노면표시의 확대 설치・개선 • 보행자 신호등, 보행자 섬, 보행자 조작 신호등 및 보행자 방호책 확대 설치 • 버스정류장 인근 횡단보도의 보행자 신호시간 재설계 및 잔여시간 신호등 설치 확대
	노선	• 시내버스 노선 개편 시 노선의 축 교차 최소화 • 버스운전자의 최장 운행시간 2시간 미만이 되도록 노선설계 시 반영
	교통안전 진단 평가	• 시내버스 교통사고가 빈번히 발생한 교차 축의 시내버스 노선 진단 평가 및 교통안전 진단 평가 실시와 도로 개선사업 실시 • 시내버스 교통사고 다발지역에 대한 교통안전 진단 실시 및 개선 • 사고 잦은 시내버스업체에 대한 교통안전진단 및 교통안전교육 정례화

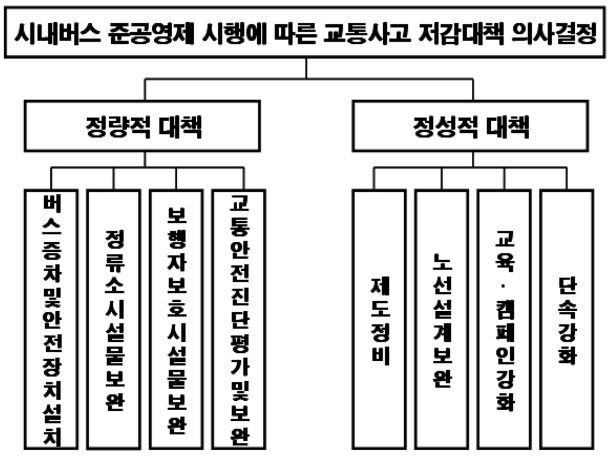

그림 3. 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책 선정의 AHP 계층구조

정량적 대책의 하위계층구조 중 버스 증차 및 안전장치 설치의 주요내용으로는 운전자의 무리한 배차시간과 배차간격 예방을 위한 시내버스 증차와 더불어 전 차량의 속도 제어장치 설치를 들 수 있다. 정류소 시설물 보완에서는 보행자 교통사고 잦은 곳을 선정하여 펜스 설치 등이 있으며, 보행자보호 시설물 보완에서는 보행자 신호등과 보행자 방호벽 확대 설치 등과 횡단보도 보행자 신호시간 재설계 등이 대표적이다. 교통안전진단평가 및 보완에서는 시내버스 교통사고 잦은 곳의 노선진단평가와 도로개선 사업 및 사고가 잦은 시내버스 업체의 교통안전진단평가를 하는 것이다.

정성적 대책의 하위계층구조 중 제도정비의 주요내용으로는 교통법규위반 횟수가 전년대비 증가한 업체에 대한 시 보조금 삭감제 도입 등이 있으며, 노선설계 보완에서는 시내버스 노선 개편 시 노선의 축 교차가 최소화 되도록 하는 것 등이다. 교육・캠페인 강화에서는 대중교통체계개편으로 인해 증가한 교통사고 유형과 관련된 교통사고 예방교육 시행과 더불어 지자체와 시내버스 운수업체와의 긴밀한 협조를 통한 교통안전 캠페인 전개를 들 수 있다. 단속강화에서는 입체적인 단속강화와 시민신고제도 활성화가 대표적인 주요내용이다.

3.2 조사의 개요

본 조사는 2011년 4월~5월 부산광역시와 관련한 교통관련 기관의 전문가, 교통관련 실무담당 공무원, 운수업체 안전담당자, 교통시설관련 경찰관 45명을 대상으로 실시하여 응답자 중 불성실하게 응답한 15명을 제외한 30명을 대상으로 분석하였다. 조사의 개요는 표 4와 같다.

설문조사의 결과는 그림 4[7)]~그림 7까지 이다. 그림 4~그림 7까지는 전체 응답자의 평균을 나타내는 것으로, 전체적으로 정량적 대책에 더 많은 비중을 둔 것으로 나타났다.

각각의 결과에 대해서 살펴보면, 그림 4의 성별에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서는 남녀 모두 정량적 대책에 더 많은 비중을 나타내었다. 그림 5의 연령에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서는 20대에서 50대 까지 모든 연령대에서 정량적 대책에 더 많은 비중을 나타내

7) 그림 4~그림 7까지 세로축에 있는 비율은 정량적 대책과 정성적 대책 중 어느 것이 더 중요한지를 나타내는 값으로, 정량적 대책과 정성적 대책의 합을 1로 두어, 0.5를 기준으로 0.5보다 큰 값이 더 많은 비중을 나타내는 것이다. 예를 들어 정량적 대책이 0.6, 정성적 대책이 0.4인 경우 정량적 대책이 더 중요하다는 것을 뜻한다.

표 3. 평가항목의 계층구조 주요내용

상위계층구조	하위계층구조	주요내용
정량적 대책	버스 증차 및 안전장치 설치	• 무리한 배차시간과 배차간격 예방을 위한 시내버스 증차 • 과속 방지를 위해 시내버스 전 차량 속도 제어장치 설치
	정류소 시설물 보완	• 보행자 교통사고 잦은 정류소 선정을 통한 교통안전 시설물보완(펜스 설치, 야간조명개선, 시야 장애물 제거 등) • 버스정류소 부근 도로 구획선 지그재그선 설치
	보행자보호 시설물 보완	• 보행자 신호등, 보행자 섬, 보행자 조작 신호등 및 보행자 방호책 확대 설치 • 횡단보도 보행자 신호시간 재설계 및 잔여시간 신호등 설치 확대
	교통안전진단 평가 및 보완	• 시내버스 교통사고가 빈번히 발생한 교차 축의 시내버스 노선 진단 평가 및 교통안전 진단 평가 실시와 도로 개선사업 실시 • 사고 잦은 시내버스업체에 대한 교통안전진단
정성적 대책	제도정비	• 전년 대비 교통법규 위반 횟수가 증가한 운수업체에 대한 시의 보조금 삭감제 도입 • 교통법규 위반 행위 감소를 위해 차량용 블랙박스영상의 정기적인 모니터링 실시
	노선설계 보완	• 시내버스 노선 개편 시 노선의 축 교차 최소화 • 편도 운행시간이 2시간미만이 되도록 노선설계 시 반영
	교육・캠페인 강화	• 대중교통체계 개편으로 인해 증가한 교통사고 유형과 관련된 교통사고 예방교육 시행 • 지자체와 시내버스 운수업체와의 긴밀한 협조를 통한 지속적인 교통안전 캠페인 전개
	단속 강화	• 경찰과 지자체가 연계된 입체적 교통 단속 강화 • 시민단체와 연계한 시민 신고제도 활성화

표 4. 조사의 개요

조사 일시	-2011년 4월~5월(약 60일간)
대상	-부산광역시청 대중교통과 -부산지방경찰청 관제계 -부산발전연구원 -부산광역시 버스공제조합
내용	-응답자 개인 속성 (성별, 연령, 직업, 업무경력 등) -정량적 대책, 정성적 대책에 가중치 -정량적 대책, 정성적 대책들 간의 가중치 쌍대비교
설문 수	-45부(유효 표본 30부, 유효 회수율: 66.67%)

주) 응답자 중 불성실 응답자 표본은 제외함.

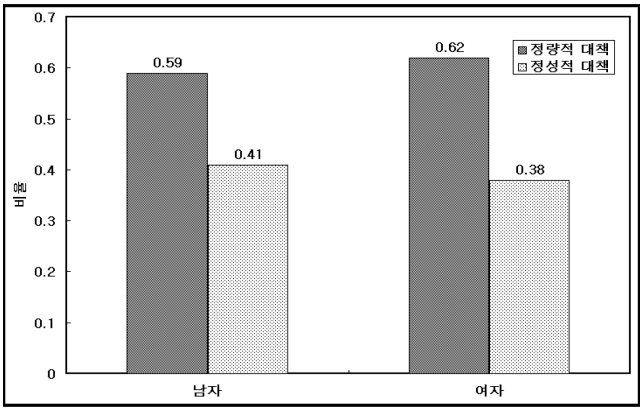

그림 4. 성별에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교

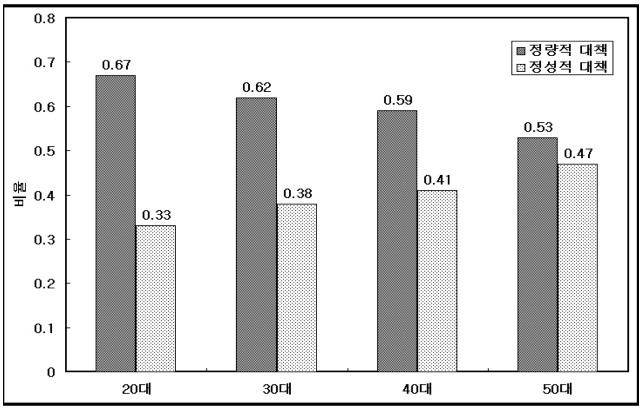

그림 5. 연령에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교

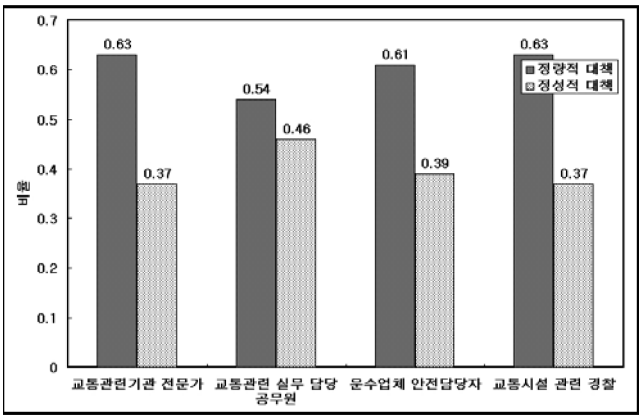

그림 6. 직업에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교

었는데, 특히, 나이가 젊은 연령대일수록 정량적 대책의 비중이 더 많은 것으로 나타났다. 그림 6의 직업에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서는 모든 직업에서 정량적 대책에 더 많은 비중을 둔 것으로 나타났다. 특히, 교통기관의 전문가와 교통관련 경찰의 정량적 대책 비율이 0.63으로 가장 높은 비중을 차지한 반면, 교통관련 실무 담당 공무원의 정량적 대책 비율이 0.54로 비중이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이를 통해 교통사고 저감대책의 우선순위 선정에 있어서 직업적 차이가 나타나는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 7의 업무경력에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서는 업무경력이 15년 이상 등 대다수가 정량적 대책에 더 많은 비중을 두었지만, 업무경력이 5~10년 미만에서는 정성적 대책의 비율이 0.52로 정성적 대책에 더 많은 비중을 두는 것으로 나타났다.

특히, 업무경력이 5년 미만에서는 업무경력이 10년 이상보

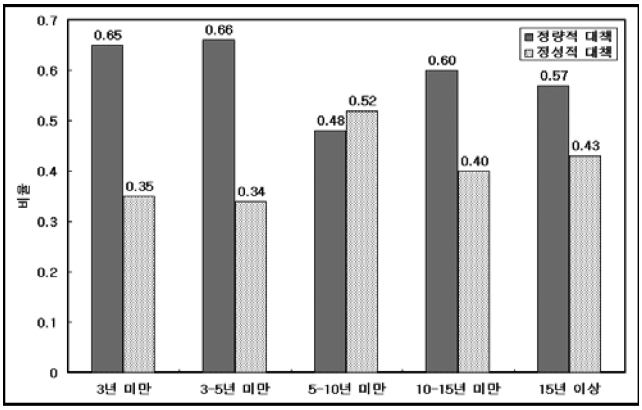

그림 7. 업무경력에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교

다 정량적 대책의 비율이 높은 것으로 나타나 업무경력에 따라 교통사고 저감대책 우선순위 선정에 차이가 있는 것으로 나타났다.

3.3 평가항목의 가중치 도출

평가항목들의 가중치를 도출하기 위하여 AHP 계층구조를 바탕으로 쌍대비교를 위한 설문지를 작성하고, 각 평가기준의 쌍대비교는 Satty(1980)가 제안한 9점 척도로 가중치를 부여하였다. 설문 분석도구는 Expert Choice 프로그램[8]을 사용하였으며, 프로그램에서 얻어진 각 응답자의 평가항목별 가중치는 Satty(1980)의 이론[9]을 적용하였다.

본 연구에서는 일관성 비율이 0.2 미만인 용납 할 수 있는 수준의 일관성을 갖는 자료만 사용하였다. 표 5는 응답자 개인별 일관성 비율 분석 결과를 나타내고 있다. 설문대상자 30명 중 정량적 대책과 정성적 대책의 두 개의 상위 계층구조 항목 중 어느 하나라도 0.2 이상의 일관성 비율을 나타낸 5명은 종합적인 결론을 내리는데 제외하였다. 따라서 설문대상자 30명 중 5명을 제외한 나머지 25명이 평가 대상자가 되었다.

표 6은 가중치 산정에 따른 설문응답자를 나타내고 있다. 설문을 통해 분석한 가중치 결과를 보면, 표 7의 상위 평가항목 각 요인별 가중치에서 정량적 대책 60.8%, 정성적 대책 39.2%로 정량적 대책이 정성적 대책보다 21.6% 높은 것으로 나타났다.

8) Expert Choice는 AHP(Analytic Hierarchy Process) 전용 소프트웨어로써, 세계 60여 개국에서 각급 정부기관, 기업 및 전문가 등 20,000 이상의 사용자에 의해 활용되고 있다. 미국 연방정부의 50% 이상, Fortune 200대 기업의 25% 이상, NASA, World Bank 등에서 활용하고 있으며, 국내에서도 국회, 국토해양부 등 정부기관, 한국석유공사 등 공기업, 한국개발연구원(KDI) 등 연구기관, 산업은행 등 금융기관, LG전자 등 민간기업 등에서 광범위한 업무에 활용하고 있다. 전략의 결정, 성과의 평가, 후보자의 선정, 사회적 갈등의 해소, 프로젝트의 선정, 투자 포트폴리오의 결정, 자원의 배분, BSC, ITROI 등 "선택과 집중", "지식과 경험의 통합" 및 "사회적 공감 형성" 등이 필요한 모든 영역에 활용되고 있다.

9) 일관성 비율(CR : Consistency Ratio)이 0.1 이내이면 쌍대비교는 합리적인 일관성을 갖는 것으로 판단하고, 0.2 이내일 경우는 용납할 수 있는 수준의 일관성을 구비한 것으로 판단하며, 0.2 이상이면 일관성이 부족한 것으로 판단한다(Satty, 1980).

표 5. 응답자 개인별 일관성 비율 분석 결과

응답자 No.	정량적 대책	정성적 대책
1	0.15	0.18
2	0.13	0.02
3	0.17	0.10
4	0.14	0.02
5	0.14	0.13
6	0.00	0.00
7	0.05	0.04
8	0.13	0.16
9	0.04	0.04
10	0.08	0.04
11	0.19	0.12
12	0.15	0.04
13	0.19	0.15
14*	0.25	0.51
15	0.17	0.14
16	0.04	0.18
17	0.16	0.09
18	0.18	0.09
19*	0.42	0.40
20	0.14	0.17
21	0.17	0.16
22	0.17	0.10
23*	0.38	0.27
24*	1.00	0.10
25	0.16	0.14
26	0.10	0.14
27*	0.26	0.26
28	0.09	0.07
29	0.18	0.15
30	0.15	0.16

주) *는 일관성 비율 검증에서 일관성이 부족한 것으로 판단되어 전체 분석에서 제외된 응답자임.

하위 평가항목에서는 표 8의 정량적 대책 중 정류소 시설물 보완이 30.7%로 가장 높았으며, 교통안전 진단평가 및 보완 28.0%, 보행자보호 시설물 보완 23.8%, 버스증차 및 안전장치 설치 17.5% 순으로 나타났다. 특히, 정류소 시설물 보완과 교통안전 진단평가 및 보완의 가중치가 정량적 대책 중 전체의 58.7%로 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

하위 평가항목에서 표 9의 정성적 대책 중 제도정비가 34.4% 로 가장 높았으며, 노선설계 보완 22.3%, 교육·캠페인 강화 22.0%, 단속강화 21.3% 순으로 나타났다. 정성적 대책 중 제도정비와 노선설계 보완의 가중치가 56.7%로 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

표 7~표 9까지의 평가항목의 가중치를 종합하여 그림 8에 시내버스 교통사고 저감대책 의사결정 가중치 산정 결과를 나타낼 수 있었다.

따라서 이런 결과들을 종합해 볼 때, 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책 중 정성적 대책보다 정량적

표 6. 가중치 산정에 따른 설문응답자(CR<0.2)

설문대상자	인원(명)	비율(%)
교통관련기관 전문가	10	40
교통관련 실무담당공무원	8	32
운수업체 안전담당자	4	16
교통시설관련 경찰관	3	12

표 7. 상위 평가항목 각 요인별 가중치

평가항목	가중치	비율(%)	우선순위
정량적 대책	0.608	60.8	1
정성적 대책	0.392	39.2	2
합계	1.000	100.0	-

표 8. 하위 평가항목 중 정량적 대책 지표 요인 가중치

평가항목	가중치	백분율(%)	우선순위
버스증차 및 안전장치 설치	0.175	17.5	4
정류소 시설물 보완	0.307	30.7	1
보행자보호 시설물 보완	0.238	23.8	3
교통안전 진단평가 및 보완	0.280	28.0	2
합계	1.000	100.0	-

표 9. 하위 평가항목 중 정성적 대책 지표 요인 가중치

평가항목	가중치	백분율(%)	우선순위
제도정비	0.344	34.4	1
노선설계 보완	0.223	22.3	2
교육・캠페인 강화	0.220	22.0	3
단속 강화	0.213	21.3	4
합계	1.000	100.0	-

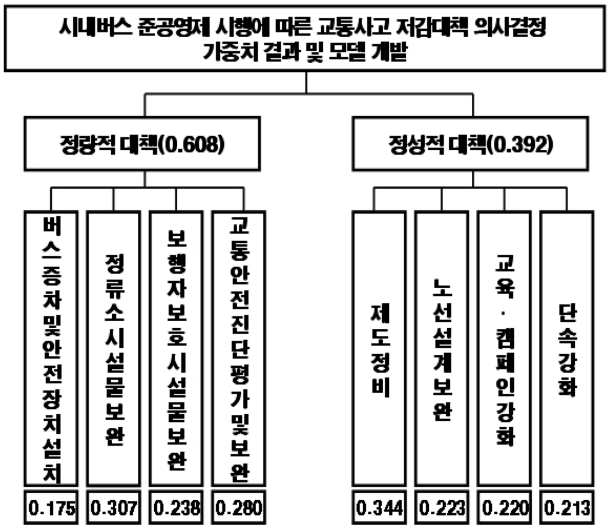

그림 8. 시내버스 교통사고 저감대책 의사결정 가중치 산정 결과

대책에서 더 높은 가중치가 부여된 것으로 나타났다.

특히, 정량적 대책 중 전체의 58.7%로 절반 이상을 차지한 정류소 시설물 보완과 교통안전진단평가 및 보완의 주요내용을 살펴보면, 가장 높은 가중치가 나타난 정류소 시설물 보완에서는 보행자의 교통사고가 잦은 정류소를 선정하여 교통안전 시설물인 펜스설치, 야간조명개선 및 시야 장애물 제거 등과 시내버스정류소 부근 도로 구획선 지그재그선 설치 등을 들 수 있다. 두 번째로 가중치가 높게 나타난 교통안전진단평가 및 보완의 주요내용으로 시내버스 교통사고가 빈번히 발생한 교차 축의 시내버스 노선 진단평가 및 교통안전 진단 평가 실시와 도로개선 사업 실시 그리고 교통사고 잦은 시내버스업체에 대한 교통안전진단 등을 들 수 있다. 이러한 정량적 대책의 가중치 결과는 향후 교통사고 저감대책 시 기초 자료로 참고해야 할 것이다.

4. 결론 및 향후 연구과제

4.1 결론 및 정책적 제안

본 연구는 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책을 사전연구 및 참고문헌 등을 통해 정량적 대책과 정성적 대책으로 구분한 후, 부산광역시에서 교통관련 유관기관의 전문가를 대상으로 AHP기법을 적용한 설문응답을 기초로 의사결정 모델을 개발하였다. 연구결과를 요약하면

첫째, 사전연구와 문헌연구 등을 통해 상위계층과 하위계층으로 이루어진 시내버스 준공영제 이후 교통사고 저감 대책을 선정할 수 있었다. 상위계층구조로는 정량적 대책과 정성적 대책이었으며, 하위계층구조 중 정량적 대책에서는 버스증차 및 안전장치 설치, 정류소 시설물 보완, 보행자 보호 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완 4가지로 구성되어 있으며, 정성적 대책으로는 제도정비, 노선설계 보완, 교육・캠페인강화, 단속강화 4가지로 구성되었다.

둘째, 기초적인 설문조사의 결과 성별, 연령, 직업, 업무경력 모든 부분에서 전체적으로 정량적 대책에 더 많은 비중을 두는 것으로 나타났다. 특히, 연령, 직업, 업무경력에서는 시내버스 준공영제 시행 에 따른 교통사고저감 정책의 우선순위 선정에 영향을 미침을 확인 할 수 있었다. 실제로, 응답자의 연령에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서는 나이가 젊은 연령대일수록 정량적 대책의 비율이 더 높은 것으로 나타났다.

직업에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서도 교통기관의 전문가와 교통관련 경찰관의 정량적 대책 비율이 가장 높은 비중을 차지한 반면, 교통관련 실무 담당 공무원의 정량적 대책 비율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 교통사고 저감대책의 우선순위 선정에 있어서 직업적 차이가 나타나는 것으로 파악되었다.

또한, 업무경력에 따른 정량적 대책과 정성적 대책의 비교에서도 업무경력이 5년 미만에서는 업무경력 10년 이상보다 정량적 대책의 비율이 더 높은 것으로 나타나 업무경력에 따라 교통사고 저감대책 우선순위 선정에 차이가 나타나는 특징을 보였다. 이러한 응답자의 개인적 특성이 의사결정 가중치 결과에 미치는 영향을 파악하여 향후 시내버스 사고저감 대책마련 시 기관별 대책의 조율과 업무협조에 부처 간 마찰을 저감 시킬 수 있을 것이다.

셋째, 응답자의 평균을 통해 상위 평가항목에서는 정량적 대책이 60.8%, 정성적 대책 39.2%로 정량적 대책에 더 높은 가중치가 부여된 것으로 나타났다.

전체적으로 제도정비나, 노선설계보완, 교육이나 캠페인을 통한 안전운전 강화, 단속 강화보다는 버스증차 및 안전장치 설치, 정류소 시설물 보완, 버스정류장 인근 보행자 보호 시

설물 보완, 교통안전진단 평가 및 보완 등의 정량적 대책이 시내버스 준공영제 시행 후 교통사고 저감에 더 효과가 높을 것이라 응답하였다.

넷째, 하위 평가항목 중 정량적 측면에서는, 정류소 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완, 보행자보호 시설물 보완, 버스증차 및 안전장치 설치 순으로 가중치가 나타났으며, 정류소 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완의 가중치가 정량적 측면 전체의 58.7%로 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

다섯째, 하위 평가항목 중 정성적 측면에서는, 제도정비, 노선설계 보완, 교육・캠페인강화, 단속강화 순으로 가중치가 나타났으며, 제도정비와 노선설계의 가중치가 정성적 측면 전체의 56.7%로 절반 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

이런 결과들을 종합하면, 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책의 우선순위에서는 정량적 대책에서 더 높은 가중치가 부여된 것으로 나타났으며, 정량적 대책 중 정류소 시설물 보완, 교통안전 진단평가 및 보완의 가중치가 절반 이상인 것으로 나타났다. 또한, 정성적 대책 중 제도정비와 노선설계 보완의_가중치가 절반 이상 차지하는 것으로 나타나 시내버스 준공영제를 시행하고 있는 각 지자체뿐만 아니라 향후 실시할 지자체에서 교통사고 저감대책 시 기초자료로 참고해야 할 것이다.

4.2 향후 연구과제

본 연구에서는 시내버스 준공영제 시행에 따른 교통사고 저감대책의 의사결정 우선순위를 제시하였지만, 향후 본 연구에서 제시한 대책이 시행되었을 때 얼마나 효과가 나타나는지 여부를 확인하고 내실화 하는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것이다.

또한, 금번 연구에서는 부산광역시를 대상으로 연구를 수행하여 부산광역시의 시내버스 운행특성과 사고특성이 많은 영향을 미쳤다. 추후 서울특별시 등 타 지역에서의 시내버스 준공영제 시행 후 교통사고저감 대책 마련과 우선순위 산정에 대한 연구와 함께, 시내버스 준공영제가 시행되는 타 지역의 지역적 특성을 고려한 연구도 수행되어져야 할 것으로 판단되어 향후 연구과제로 제시하고자 한다.

참고문헌

고상선, 배기목, 이원규, 정헌영(2002) 교통사고 발생원인 인식과 감소대책 인지 영향요인 판별・분류에 관한 연구, **대한교통학회지**, 대한교통학회, 제20권 제7호, pp. 143-153.

김봉기, 정헌영, 고상선(2006) 대형 교통사고 발생지점 유형화와 영향요인 분석에 따른 교통안전대책 방안에 관한 연구, **대한교통학회지**, 대한교통학회, 제24권 제1호, pp. 39-52.

김태호, 진장원, 배기목(2008) 계층분석법을 이용한 보행자 서비스 질 영향인자 분석. **한국도로학회 논문집**, 한국도로학회, 제10권 제3호, pp. 69-77.

노형진(2007) **SPSS에 의한 다변량 데이터의 통계분석**. 효산.

박현, 고길권, 유석현(2001) **예비타당성조사 수행을 위한 다기준 분석 방안 연구(II)**, 한국개발연구원(KDI).

부산발전연구원(2006) **부산시 버스준공영제 시행방안 연구**.

부산발전연구원(2007) **대중교통체계 개편 성과와 개선방안 연구**.

이원규, 정헌영, 고상선, 윤항묵(2010) 다차원척도법에 의한 교통정책 평가 인지 차이 분석에 관한 연구. **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제30권 제3D호, pp. 255-261.

이충성, 이상철, 김형수, 심명필(2005) 치수사업을 위한 다기준의 사결정모형 개발 - 1. AHP와 MAUT의 비교 분석. **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제25권 제5B호, pp. 337-346.

이홍철, 우성권, 김옥기(2007) AHP기법을 이용한 연약지반 개량공법 선정 의사결정모델의 개발, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제27권 제4D호, pp. 499-506.

장석용, 정헌영, 이원규, 고상선(2008) Q 분석 방법을 이용한 운전자 운전성향별 유형화에 관한 연구. **대한교통학회지**, 대한교통학회, 제26권 제1호, pp. 165-180.

장석용, 정헌영, 이원규(2008) 택시 운전자의 교통사고 야기 성향 분석에 관한 연구. **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제28권 제2D호, pp. 191-203.

정헌영, 이하원, 김장규(2005) AHP기법을 이용한 지하철 역사의 상하이동 편의시설 설치 우선순위 선정에 관한 연구, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제25권 제3D호, pp. 423-428.

정희돈, 김찬성(2007) **대중교통평가론**. 한가람서원.

최재원, 정헌영, 장석용, 김광욱(2010) 시내버스 준공영제가 시내버스 교통사고 및 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 미치는 영향 분석. **대한교통학회지**, 대한교통학회, 제28권 제4호, pp. 73-83.

최재원, 정헌영, 장석용, 고상선(2011) 시내버스 준공영제 시행에 따른 시내버스 운전자의 운전태도 변화에 근거한 교통사고 저감대책 방안에 관한 연구, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제31권 제1D호, pp. 33-42.

최재원, 정헌영(2011) 시내버스 운전자의 고령화에 따른 교통사고 저감대책에 관한 실증적 연구, **대한토목학회논문집**, 대한토목학회, 제31권 제3D호, pp. 391-401.

Saaty, T.L. (1980) The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

Zahedi, F. (1986) The AHP: A survey of the Method and its Applications, Interface, Vol. 16, No. 4.

Saaty, T.L. and Vargas, L.G. (1985) Modeling Behavior in Competition: The Analytic Hierarchy Process. Applied Mathematics and Computation, Vol. 16, No. 1, pp. 49-92.

Saaty, T.L., Vargas, L.G. (2001) Models, Methods, Concepts & Application of the Analytic Hiearchy Process, Kluwer's International.

(접수일: 2011.7.25/심사일: 2011.8.10/심사완료일: 2011.8.22)