pISSN : 1226-7147 eISSN : 2383-9171
https://doi.org/10.17208/jkpa.2018.08.53.4.123

Journal of Korea Planning Association Vol.53, No.4 (2018)
대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 제53권 제4호 pp.123-142

# 중앙버스전용차로 정류장 주변 보행자 교통사고 요인 분석: 서울시 TAAS (2014-2016) 자료를 중심으로*

## Analysis of Pedestrian Traffic Accident Factors around the Exclusive Median Bus Lane Station Area : Focused on TAAS (2014-2016) Data in Seoul, Korea

윤준호** · 이수기***
Yoon, Junho · Lee, Sugie

**Abstract**

This study examines pedestrian traffic accidents around the exclusive median bus lane (EMBL) station areas using TAAS (2014-2016) in Seoul, Korea. Pedestrian traffic accidents around EMBL stations have recently become a serious problem. The city of Seoul expanded the EMBL system in the context of the public transport reorganization in July 2004. There were 347 EMBL stations by 2014. According to the data from January 2014 to April 2017, 98 cases (14%) of the 685 pedestrian traffic accident fatalities occurred near the EMBL station areas.

Analysis results with descriptive analysis and negative binomial regression models indicate that physical environmental factors are more likely to be associated with pedestrian traffic accidents. First, the pedestrian traffic accidents were lower in the EMBL station areas where the median strip was installed. Second, the separated EMBL stations prevent serious pedestrian accidents comparing to integrated EMBL stations. Finally, the EMBL station areas with more than six lanes showed lower pedestrian traffic accidents. This finding indicates the association between pedestrian traffic accidents and jay-walking in the EMBL station areas.

*키 워 드* ▪ *보행자 교통사고, 교통안전, 중앙버스전용차로 정류장, 음이항 회귀분석, TAAS*
*Keywords* ▪ *Pedestrian Traffic Accidents, Traffic Safety, Exclusive Median Bus Lane Station, Negative Binominal Regression, TAAS*

## Ⅰ. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 1980년대 이후 자동차 이용인구가 급격하게 증가하면서 도로교통을 비롯한 많은 문제를 발생시켰다. 이에 대한 문제를 보완하기 위하여 1990년 8월 1일 도로교통법이 개정되었고 버스전용거선 또는 버스전용차선이라는 이름으로 버스전용차로가 처음 생겨났다. 서울시는 1993년 2월 한강로와 강남대로 등에 최초의 버스전용차로를 지정했고, 1996년 2월 천호대로 구간에 중앙버스전용차로를

* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2017S1A5A2A01024947)이며, 2018년 4월 대한국토·도시계획학회 춘계산학학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임
** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University
*** Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

최초로 지정했다. 이후 2004년 대중교통의 개편과 함께 중앙버스전용차로가 크게 확장되어 2016년 기준으로 347개에 이르고 있다. 중앙버스전용차로는 대중교통 개선에 기여했지만, 정류장 주변에서 일어나는 보행자 교통사고도 그에 맞추어 심각한 문제가 되었다. 2014년 1월부터 2017년 4월 30일까지 집계된 자료에 따르면 서울시 중앙버스전용차로 정류장 근처에서 발생하는 보행자 교통사고 사망자는 전체 보행자 교통사고 사망자 685명 중 98명(14%)을 차지할 정도로 심각하다. 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 교통사고의 사고 건수는 가로변 정류소에서 발생하는 교통사고의 사고 건수보다 5.4배나 높고 전체 중앙버스전용차로에서 발생하는 교통사고는 일반 도로에서 발생하는 교통사고에 비해 치사율은 3배[1)]정도나 높다. 따라서 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고의 심각성을 인지하고 중앙버스전용차로 정류장을 대상으로 하는 보행자 교통사고 연구가 필요한 시점이라 생각한다.

이에 본 연구는 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)의 자체 GIS에서 제공하는 교통사고 데이터를 이용하여 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고의 요인을 분석하고, 분석 결과를 활용해서 향후 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고를 저감시키는 방안을 위한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

### 2. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시로 지정하였다. 서울특별시는 대한민국의 수도로서 전국에서 5분의 1에 해당하는 인구[2)]를 차지하는 대도시이고, 버스 이용객 수도 2016년 기준 하루에 549만 명이나 된다. 또한, 서울시의 중앙버스전용차로 정류장의 개수는 347개로 전국에서 가장 보편화가 되어있다. 이에 따라 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고 연구를 하기에 적합한 지역이라 판단하였으며, 따라서 공간적 분석 단위는 서울시 중앙버스전용차로 정류장 인근으로 설정하였다.

본 연구의 시간적 범위는 2014년부터 2016년까지 총 3년으로 설정하였으며, 내용적 범위는 중앙버스전용차로 정류장에서 발생한 교통사고 중 자동차와 보행자 사이에서 발생한 차대사람 교통사고로 한정하였다. 추가적으로 보행자 사고자의 상해 정도를 연구 내용에 포함해서 분석 결과를 세밀하게 나타내었다.

## Ⅱ. 선행연구 검토 및 차별성

### 1. 관련 선행연구 검토

중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고에 관련해서 선행연구를 찾아본 결과 직접 이 주제를 다룬 연구는 찾아볼 수 없었다. 대신 중앙버스전용차로에서 발생하는 전체적인 교통사고에 초점을 둔 보고서들과 중앙버스전용차로 정류장에서의 무단횡단 행태에 대한 연구들은 찾아볼 수 있었다.

임준범 외 3인(2012)의 연구에서는 서울시 중앙버스전용차로와 가로변버스전용차로에서 버스 교통사고에 영향을 미치는 요인을 각각 분석하였다. 한상진(2016)의 연구에서는 중앙버스전용차로의 사고위험요소별 정성적 위험도 평가 및 개선 방안을 고려했으며, 분석 결과로 중앙버스전용차로에서 가장 위험한 요소는 보행자 무단횡단이라고 언급하였다. 채경진 외 3인(2006)의 연구에서는 중앙버스전용차로제에 대해 AHP 분석기법을 적용하여 설문조사를 통해 중앙버스전용차로제를

평가하고 나아갈 방향을 시사하였다.

한상진·이해선(2015)의 한국교통연구원 보고서에는 정류장을 포함한 중앙버스전용차로 전체를 대상으로 보행자 감소 방안에 대해 연구했다. 이 연구는 발생한 사고 건수를 통계화하고 나타난 특성을 분석하여 고원식 횡단보도, 존 30, 계단식 차로 등의 보행자 교통사고 감소 방안을 제시했다. 김진태 외 3인(2014)의 연구에서는 고속버스터미널 정류장과 숙명여대입구 정류장에서 수집된 무단횡단 자료를 이용하여 무단횡단 보행 패턴을 구분하고 각 패턴을 반영하여 세 가지의 무단횡단 억제시설 구성방안을 마련하였다.

Kim et al(2012)의 연구에서는 도시간선의 중앙버스전용차로에서 사고 수정 요인에 대해 연구를 하였다. 이 연구는 중앙버스전용차로의 기하학적 구성요소와 충돌사고에 대한 정보를 수집하였고, 연구 결과 충돌사고가 버스 차선의 폭, 주행차선 등에 민감하다는 것을 발견하고 그것에 대한 수정 요인을 성공적으로 개발하였다. 한상진·김근정(2006)의 보고서에서는 도로안전진단을 통해 중앙버스전용차로의 안전도 개선에 대한 이론적인 부분을 다루었다.

이동일 외 3인(2015)의 연구에서는 고속버스터미널역을 조사지점으로 선정한 후 영상자료를 수집하여 수집된 보행자 자료를 공간적 측면과 시간적 측면에서 위반행태를 분석하였다. 심관보·김중효(2013)의 연구보고서에서는 중앙버스전용차로를 운영구간마다 나누어 주요 지점별, 사고유형별로 분류하여 사고원인을 분석하였다. 또한, 중앙버스전용차로 정류장 특징을 잘 설명해 놓았기에 이 보고서를 통해서 많은 정보를 얻을 수 있었다. 이수범 외 3인(2009)의 연구에서는 교차로에 위치한 교통섬[3]이 교통량과 교차로 크기의 측면에서 보행자 교통사고에 얼마나 영향을 미치는지를 분석하였다.

## 2. 교통사고 예측 모형

포아송 회귀모형(Poisson regression)은 계수자료에 대한 분석을 할 경우 흔히 사용되는 모형으로 독립변수에 의해서 관심의 대상이 되는 계수 데이터를 모형화할 때 쓰여진다(정재풍 외 2014). 하지만 포아송 회귀모형을 사용하기 위해서 종속변수의 평균값과 분산값이 일치해야 한다. 교통사고 데이터의 경우 계수 자료에 해당하기 때문에 분산이 평균값보다 큰 과대산포 현상을 띄는 경우가 많다. 이러한 과대산포가 존재하는 자료를 포아송 회귀모형으로 분석할 경우 회귀계수 추정량의 표준오차가 편향되는 현상이 발생한다(Cox, 1983). 그렇기 때문에 대부분의 교통사고 선행연구들은 포아송 회귀모형을 사용하는 대신 음이항 회귀모형을 사용했다. 음이항 회귀모형은 이러한 과대산포 현상이 발생하는 자료에도 적용할 수 있다.

서지민·이수기(2016)의 연구에서는 서울시를 대상으로 보행자 교통사고에 영향을 미치는 물리적 환경에 대한 요인을 분석하는 데에 음이항 회귀모형을 사용했고, 손슬기·박병호(2017)의 연구에서는 회전 및 진입 차로 수에 따른 학교와 인접한 회전교차로 보행자 사고모형을 구축하는 데에 음이항 회귀모형을 사용했다. 또 이호준·이수기(2017)의 연구에서도 근린 도로 네트워크 구조와 보행자 교통사고의 연관성을 분석하는 데에 음이항 회귀모형을 사용했다. 박승훈(2014)의 연구에서는 북미 워싱턴 시애틀을 중심으로 근린환경이 보행자 교통사고에 얼마나 영향을 미치는지를 음이항 회귀모형을 통해 설명하였다. 이외에도 Poch & Mannering(1996)은 교차로에서의 교통사고 분석하는 데에 음이항 회귀모형을 사용했고, Chang(2005)과 박효신 외 2인(2007)의 연구에서

는 고속도로에서 발생하는 교통사고를 대상으로 음이항 회귀모형을 적용했다.

### 3. 연구의 차별성

관련 선행연구에 대해 탐구한 결과 기존의 선행연구들은 중앙버스전용차로에 초점을 둔 연구는 지속적으로 이루어져 왔으나 대다수가 차량을 중심으로 진행했던 연구들이었고, 보행자를 대상으로 진행했던 연구들의 경우는 통계분석으로 사고 현황을 파악한 후 방안을 제시하는 연구가 대부분이기에 이보다 더 심화된 연구가 필요하다고 보았다. 또한, 기존 선행연구들에서는 중앙버스전용차로 정류장에 한정된 연구는 매우 부족했고 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고에 대한 연구는 더욱 부족했다.

따라서 본 연구는 기존의 중앙버스전용차로 전체를 대상으로 한 선행연구에서 진행했었던 사고 현황 파악과 통계분석으로만 연구했던 방법에서 더 심화된 방법으로 음이항 회귀모형을 사용하여 사고의 원인을 파악하는 분석을 했다는 점과 이전에 연구되지 않았던 중앙버스전용차로 정류장 인근에서 발생하는 보행자 교통사고의 초기 연구를 진행함에 있어서 차별성이 있다.

## Ⅲ. 변수설정 및 방법론

### 1. 변수 설정 및 추출

일반적으로 연구에서 어떤 지역의 표본을 추출할 때 ArcGIS나 QGIS에서 버퍼(Buffer) 기능을 사용해서 추출하는 경우가 대부분이다. 하지만 한정적인 지역을 분석하는 연구에서 이러한 버퍼 기능은 분석하는 지역과 관련 없는 지역까지 포함하는 경우가 있어 추출에 적합하지 않은 경우가 있다. 본 연구는 그 부분을 고려하여 도로교통공단 TAAS에서 제공하는 교통사고 GIS 프로그램의 공간분석기능을 활용하여 그림 1과 같이 중앙버스전용차로 정류장에 관련된 지역의 교통사고만을 추출하여 분석하였다.


그림 1. 중앙버스전용차로 정류장 보행자 교통사고 발생건수 추출 방법
Figure 1. The extraction method of pedestrian traffic accidents in EMBL area

본 연구의 분석 범위는 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장과 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장으로 분류하여 지정하였다. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장은 횡단보도 하나를 사이에 두고 두 정류소가 함께 배치된 정류장을 의미하고, 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장은 횡단보도 하나에 한 정류소만 배치된 정류장을 의미한다. 본 연구의 분석 단위는 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장 사례와 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장 사례로 크게 두 가지로 나뉜다.

우선 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장의 분석 범위는 양쪽 정류소의 양 끝에 15m씩 여유를 둔 후 해당 정류소의 모든 차로를 대상으로 범위를 설정하였고 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장의 분석 범위는 양쪽 정류소의 양 끝에 15m씩 여유를 준 후 그 가운데를 기점

으로 절반으로 나누고 모든 차로를 대상으로 두 정류소 각각을 분석 단위로 설정하였다 (그림 2, 그림 3 참조). 반대편 정류장이 없는 특별한 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장의 경우, 정류소에서 양 끝 15m 여유를 두고 해당 정류소의 모든 차로를 대상으로 분석자료를 추출했다.

본 연구의 종속변수는 2014년부터 2016년까지의 서울시 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고를 부상 심각 정도에 따른 사고의 요인 차이를 파악하기 위해 경상이하, 중상이상, 전체로 분류하였다. 서울시 중앙버스전용차로 정류장에 대한 정보는 공공데이터포털을 참고하여 2014년의 데이터를 받아 정류소 자료를 구축하였다. 본 연구의 분석 대상인 서울시의 중앙버스전용차로 정류장의 개수는 347개에 이르지만, 분석 기간인 3년 동안 환경의 변화가 있었던 22개의 중앙버스전용차로 정류장과 전혀 다른 정류장 구조로 되어 있는 10개의 버스환승센터를 제외한 총 315개의 중앙버스전용차로 정류장에 대해 연구를 진행한다[4]. 또한, 315개 중에서 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장에 해당하는 132개의 정류소는 두 개의 정류소를 하나로 묶어, 총 249개에 해당하는 장소의 중앙버스전용차로 정류장에 대해 분석을 진행한다.

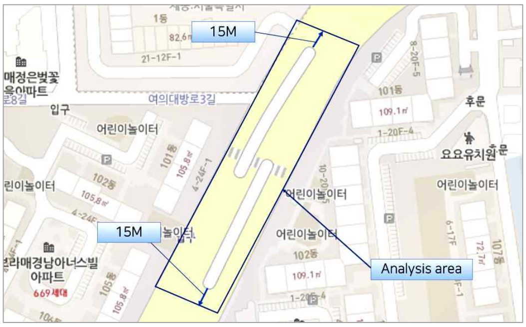


그림 2. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장 분석 범위
Figure 2. Analysis area of Integrated EMBL station

본 연구의 독립변수의 경우 통행인구 요인, 정류장의 물리적 환경요인, 규제시설요인, 도로 및 교통요인 네 가지로 구분하여 구축하였다. 본 연구에서 이용된 모든 변수의 정의와 자료 출처는 표 1과 같다. 먼저 통행인구 요인으로는 서울시 열린데이터 광장에서 제공하는 서울시 버스노선별 정류장별 승하차 인원 정보 데이터를 사용하였다. 승하차 인원 정보 데이터는 교통카드 정산시스템을 이용하여 2015년부터 한 달 단위의 승하차 인원에 대한 정보를 제공하고 있다.


그림 3. 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장 분석 범위
Figure 3. Analysis area of separated EMBL station

본 연구에서는 2017년 상반기까지의 승하차 데이터에서 중앙버스전용차로 정류장 ID(ARS ID)에 해당하는 필드에 승하차 인원 정보가 일부 누락된 부분을 발견했었고, 이는 분석할 때에 문제가 발생할 소지가 있었다. 그러므로 더 정확한 자료구축을 위해서 본 연구는 2017년 8월의 승하차 데이터를 이용하는 것으로 문제를 해결하였다. 수집한 승하차 자료는 한 달 치 데이터로 이루어져 있기에 하루에 이용한 승하차 인원을 구하기 위해 이를 31일로 나누어 계산했다. 수집한 데이터 중 횡단보도 통합형 중앙버스전용

표 1. 변수 설정 및 자료 출처
Table 1. Definition of variables and data source.

| Class | Variable | Definition | Data Sources |
|---|---|---|---|
| 종속변수 Dependent Variable | 전체 보행자 교통사고 Total Pedestrian accidents | No. of total pedestrian accidents occurred in EMBL station (2014-2016) | Road Traffic Authority "Traffic Accident Analysis System" (TAAS) |
| | 경상이하 보행자 교통사고 Pedestrian accidents below slight injury | No. of pedestrian accidents below slight injury occurred in EMBL station (2014-2016) | |
| | 중상이상 보행자 교통사고 Pedestrian accidents above serious injury | No. of pedestrian accidents above serious injury occurred in EMBL station (2014-2016) | |
| 통행인구 요인 Pop. Factor | 승하차 인원 No. of passengers getting on and off the bus | No. of total passengers getting on and off the bus at the EMBL station on Aug. 2017 | Seoul Open Data Plaza |
| | 버스 대수 당 인원 No. of passengers per bus | No. of passengers per bus in EMBL station on Aug. 2017 | |
| | 행정동 인구 Total pop. in admin. dong | No. of population in admin. neighborhood (dong) that includes EMBL station | |
| | 행정동 노령화지수 Aging index of admin. dong | Aging index of in admin. neighborhood (dong) that includes EMBL station | |
| 정류장의 물리적 환경요인 Physical Environ. Factors on Bus Station | 중앙분리대 Median strip | Existence of median strip Yes(1); No(0) | DAUM Roadview |
| | 정차대와 횡단보도 간 거리 Distance between bus station and crosswalk | Distance between bus station and crosswalk More than 5m(1); Under 5m(0) | |
| | 정류장 구조 Bus station structure | Type of station Separated(1); Integrated(0) | |
| | 추월차로 Overtaking lane | Existence of overtaking lane Yes(1); No(0) | |
| 규제시설 요인 Regulatory Factors | 신호속도 감시카메라 Surveillance Cam. for speed | Existence of surveillance camera for speed Yes(1); No(0) | DAUM Roadview |
| | 불법주정차 감시카메라 Surveillance CCTV for illegal parking | Existence of surveillance CCTV for Illegal parking Yes(1); No(0) | |
| | 무단횡단 경고표지판 Unauthorized crossing warning signs | Existence of Unauthorized crossing warning signs Yes(1); No(0) | |
| 도로 및 교통요인 Road & Traffic Factors | 지하철 출구 Subway exit | Existence of subway exit within 100m buffer Yes(1); No(0) | DAUM Map |
| | 교차로 Intersection | Existence of intersection nearby bus station Yes(1); No(0) | |
| | 차로 수 No. of lanes | No. of lanes Over 6 lanes(1); Less than 6 lanes(0) | DAUM Roadview |
| | 교통량 Traffic volume | No. of traffic volume nearby EMBL station for a day | ViewT (KTDB) |

차로 정류장에 해당하는 자료는 정류장 두 곳의 승하차 인원을 합하여 나타내었다. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장에서 발생한 보행자 교통사고 발생 건수는 두 개의 정류장을 포함하여 가산했기 때문에 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장에 비해 비교적 많이 집계된다. 그렇기 때문에 승하차 인원은 분석을 진행할 때에 이를 조정해주는 제어변수 역할을 한다고 볼 수 있다.

버스 대수당 인원 변수는 우선 승하차 데이터에서 버스노선을 추출한 다음 서울시 열린데이터 광장에서 시내버스 현황 자료와 각 시군구의 마을버스 현황 자료를 받아 운행 대수를 이용하여 구축하고, 그것을 승하차 인원으로 나누어 대입하였다. 버스 대수 당 인원은 해당 버스 정류장의 용량 대비 승하차 인원으로 인한 혼잡도와 해당 정류소의 운행 버스 한 대당 버스 이용객 수용 용량에 따른 사고 발생 가능성을 추측할 수 있기에 통행인구 요인의 변수로 넣었다.

행정동 인구는 중앙버스전용차로 정류장 근처에 배치된 횡단보도를 버스 승하차를 위한 용도가 아닌 단순히 차도를 가로지르는 용도로 사용하는 사람들을 고려하고자 추가하였다. 이 변수는 2015년을 기준으로 중앙버스전용차로 정류장의 주소를 기점으로 추출하였고, 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장의 경우는 두 정류장의 행정동 인구를 더한 후 반으로 나누어서 대입했다.

행정동 노령화지수[5]는 2017년 9월 고령사회에 공식적으로 진입한 대한민국의 환경을 대변해줄 수 있는 변수이다. 노령화지수가 높으면 그 지역에 고령 인구가 많다는 것을 의미한다. 노령화지수는 2015년 데이터를 기준으로 하여 중앙버스전용차로 정류장의 주소를 기점으로 행정동 단위의 노령화지수를 대입하였고, 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장의 경우는 해당하는 두 행정동 지수를 합한 후 반으로 나누어 대입했다.

두 번째, 정류장의 물리적 환경요인으로는 중앙분리대, 정차대와 횡단보도 간 이격거리, 정류장 구조, 추월차로를 포함했다. 각 요인은 다음(Daum) 로드뷰를 활용하여 직접 변수를 추출하였다. 우선 중앙분리대는 보행자의 무단횡단 행위를 예방할 수 있을 뿐만 아니라 버스나 자동차의 중앙선 침범 사고도 막을 수 있는 교통 예방 시설이다. 이는 보행자 안전에 큰 영향을 미칠 것으로 판단했기에 변수에 포함시켰다.

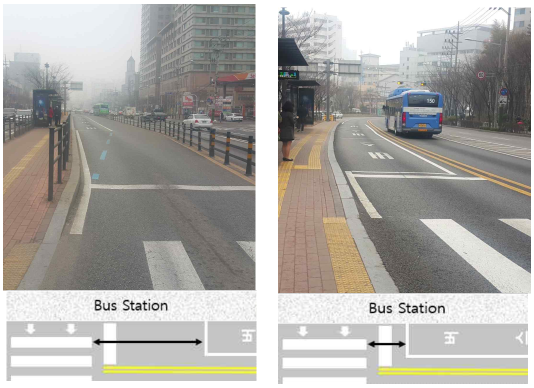


그림 4. 정차대와 횡단보도 간 이격거리
(왼쪽 : 5m 이상 / 오른쪽 : 5m 미만)
Figure 4. Distance between bus station and crosswalk (left: >5m / Right: <5m)

정차대와 횡단보도 간 이격거리는 버스가 정지하는 승차장과 횡단보도 사이의 떨어진 거리를 의미한다. 본 연구는 인공위성 사진을 이용하여 횡단보도와 정차대 사이의 거리를 측정하여 변수로 나타냈으며 약 5m를 기준으로 이격유무를 판단했다. 이는 과속이나 무단횡단으로 인한 보행자 교통사고를 예방할 수 있다고 판단하여 변수에 넣었다 (그림 4 참조).

정류장 구조는 앞서 언급한 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장과 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장에 대한 것이다. 각각 정류

장 구조는 장단점이 있다. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장은 반대편 버스 정류소로의 접근성이 편리하다는 장점이 있지만, 양쪽 인도와 정류장 간 횡단거리가 협소해지므로 무단횡단의 가능성이 높아진다는 단점이 있다. 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장은 이용객 분리에 따라 혼잡을 방지하고, 인도와 정류장 사이의 횡단거리를 넓힐 수 있고 정류장과 정류장 사이에 징검다리가 사라져 상대적으로 무단횡단의 가능성이 낮다는 장점이 있지만 설치비용이 높고, 차량 정지선이 두 개로 늘어나기 때문에 교통 신호가 복잡해진다는 단점이 있다(심관보 외 2013) (그림 5와 그림 6 참조).

추월차로는 규모가 큰 버스 정류장에 주로 설치하는 시설이다. 추월차로는 정류장에 정차하지 않는 버스나 승객의 승하차를 이미 끝낸 버스가 아직 승객의 승하차 때문에 정차대에 대기 중인 버스를 추월하는 역할을 한다(한상진 외 2006). 하지만 추월차로에서의 버스 승하차가 발생하는 문제와 버스 과속 등의 안전문제가 발생할 가능성이 있다고 생각해서 변수에 추가하였다.

세 번째, 규제시설요인으로 신호속도 감시카메라, 불법주정차 감시카메라 그리고 무단횡단 경고표지판을 넣었다. 이 세 가지 변수들은 해당 사고가 빈번히 일어나는 지역에 설치해서 사고를 저감시키는 규제시설이다. 과속의 경우 운전자와 보행자 모두에게 위험한 행위이고, 사고가 발생할 경우 상해의 정도가 매우 심각하기에 규제되어야 하는 행위이다. 불법주정차의 경우 불법주정차된 차량으로 인해 보행자와 운전자의 시야가 가려져서 생기는 사각지대로 인한 교통사고가 발생하는 경우가 많다. 무단횡단의 경우는 선행연구에서도 다루었듯이 보행자 교통사고에 있어 가장 문제가 되는 부분이다. 보행자들이 급하거나 혹은 낮은 인식수준으로 인해 행하는 무단횡단은 보행자 안전에 있어 반드시 대책이 필요하다. 세 가지 모두 각 행위에 있어 규제 역할을 하기에 변수에 추가했다.

네 번째, 도로 및 교통요인으로 지하철 출구와 교차로, 교통량 그리고 차로 수를 변수에 넣었다. 지하철 출구는 중앙버스전용차로 정류장과 지하철 간 환승을 위해 이동하는 승객들의 무단횡단 시도와 안전문제에 영향을 줄 것으로 생각하여 변수로 넣었다. 지하철 출구는 정류장 위치를 중점으로 버퍼(Buffer) 100m 안에 있으면 1, 없으면 0으로 했다. 교차로는 교통사고를 다루는 연구에서 항상 화두가 되는 요소이다. 각각의 목적지로 향하는 차들이 집중되는 곳인 만큼 위험성도 높고 보행자 교통사고에 영향을 미칠 가능성이 높다고 생각하여 변수로 넣었다. 차로 수는

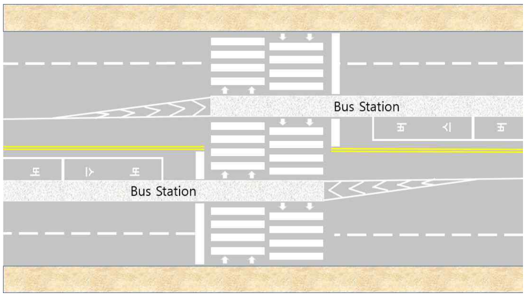


그림 5. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장 구조
Figure 5. Integrated EMBL station structure

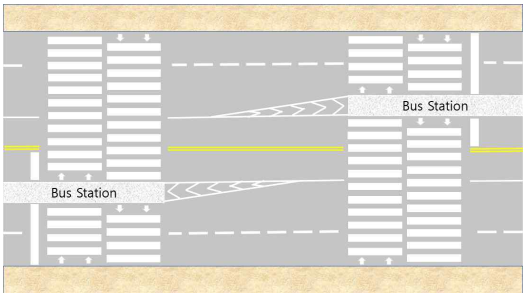


그림 6. 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장 구조
Figure 6. Separated EMBL station structure

횡단보도를 통해 보행자들이 도로에 노출되는 시간에 큰 영향을 준다고 생각하여 변수로 추가하였다. 본 연구에서는 서울시에서 계획하고 있는 ‘도로 다이어트’ 정책[6]에서 버스전용차로 구간을 여섯 차로로 축소하려는 것을 파악하고 그것을 반영하여 여섯 차로를 기준으로 초과일 경우 1, 이하일 경우 0으로 설정하여 분석했다. 교통량은 국가교통DB에서 제공하는 교통 빅데이터 플랫폼(ViewT)에서 2015년을 기준으로 하루 동안 중앙버스전용차로 정류장 인근을 지나다니는 추정교통량을 대입하였다. 이 변수는 해당 지역을 다니는 차량의 대수를 나타내어 도로의 현황을 잘 반영해 주는 변수라고 생각하여 투입했다.

## 2. 연구 방법론

본 연구에서 분석하는 보행자 교통사고 사건수의 경우는 계수 자료(Count Data)에 해당한다. 계수 자료는 그림 7과 같이 포아송 분포를 띄는 경우가 많으며, 보통 계수자료를 모형화하는 데에 많이 쓰이는 확률모형은 포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형이다.

하지만 포아송 회귀모형의 경우 평균값과 분산값이 일치하다는 가정하에 진행해야 하며 이 값들이 서로 다를 경우에 회귀계수의 표준오차가 편향되므로 분석에 한계를 지닌다. 평균값과 분산값이 일치하는지 확인하려면 VMR(Variance to Mean Ratio)계수가 1이 나오면 된다. 여기서 VMR계수는 분산값을 평균값으로 나눈 값이다.

본 연구의 세 가지 종속변수에 대한 VMR계수를 도출해본 결과, 전체 보행자 교통사고는 3.490, 경상이하 보행자 교통사고는 2.439, 중상이상 보행자 교통사고는 2.249로 모두 VMR계수가 1을 넘어선 과대산포 현상을 띄고 있었다. 따

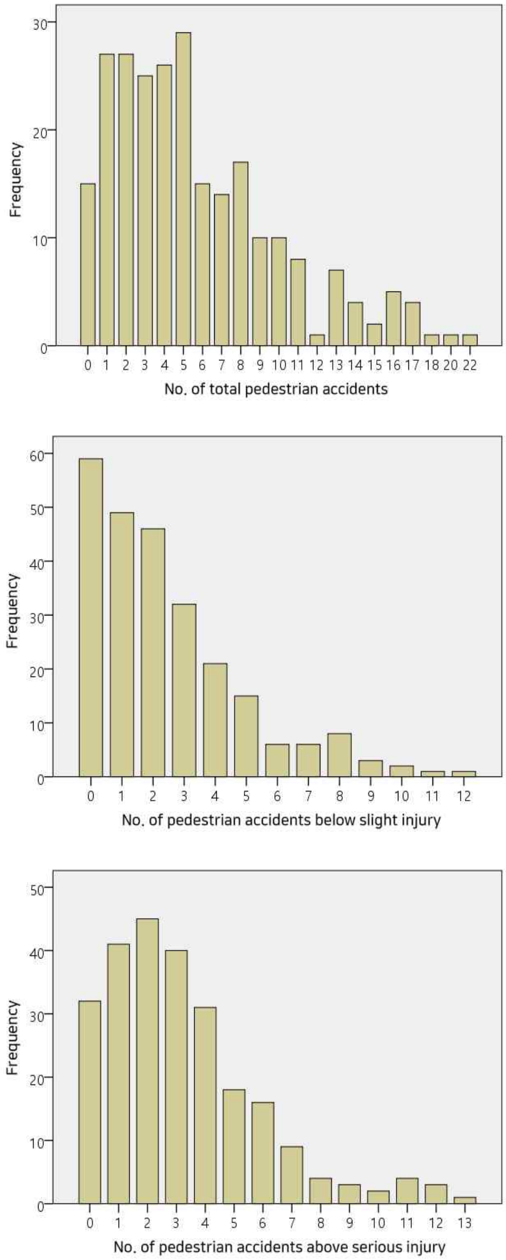


그림 7. 보행자 교통사고 발생 건수
(위: 전체 / 중간: 경상이하 / 아래: 중상이상)
Figure 7. Pedestrian traffic accidents
(Up: Total / Middle: Below slight injury / Down: Above serious injury)

라서 분석에 들어가기 전, 세 가지 모형 전부 포아송 회귀모형보다 음이항 회귀모형을 사용할 필요가 있는 것을 확인했으며, 이후 모형의 과분산계수($\alpha$)를 추산한 후에도 모형 자체에 과대산포 현상이 발견된다면 음이항 회귀모형이 최종적으로 적합함을 검증할 수 있다.

## IV. 분석 결과

### 1. 기초통계분석

본 연구는 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 전체 보행자 교통사고, 경상이하 보행자 교통사고, 중상이상 보행자 교통사고를 종속변수로 하여 자료를 구축했다. 총 대상지는 249곳이며, 대상지에서 발생한 총 보행자 교통사고의 사고 건수는 1,404건이다. 그 중 경상이하의 사고 건수는 608건이고 중상이상의 사고 건수는 796건이다. 각각의 상해 정도별 사고 건수를 시간대별로 구분하고 표 2로 나타내었다.

그 결과 전체 보행자 교통사고의 분포는 23시(7.34%), 0시(5.91%), 22시(5.77%) 순으로 주로 밤 시간대에 사고가 빈번하게 발생하였다. 또 경상이하의 보행자 교통사고의 경우 23시(3.56%), 17시(2.92%), 20시(2.64%) 순으로 저녁 시간대에 많이 분포되어 있었고, 중상이상의 보행자 교통사고의 경우 23시(3.77%), 0시(3.70%), 22시(3.63%)로 역시 밤 시간대에 보행자 교통사고가 많이 분포되어 있었다. 세 가지 경우 모두 밤 시간대, 특히 23시에 가장 빈번하게 분포되어 있음을 확인하였다.

각 정류장의 독립변수에 대해서 표 3과 같이 정리를 해보았고, 해당 변수들의 기초통계량을 산출해 보았다. 승하차 인원의 경우 최댓값은 26,385.6명으로 이 장소는 돈암사거리, 성신여대입구 정류장에 해당한다. 반면 최솟값 131.1명에 해당하는 장소는 동부제일병원 정류장이다. 버스 대수 당 인원의 최댓값은 40.5명으로 홍대입구역 정류장이 차지했고, 최솟값인 1.9명인 곳은 덕은교, 은평차고지 앞 정류장이다. 행정동 인구의 경우 최댓값 53,613명이 살고 있는 장소는 서울시 은평구 진광동 일대 정류장 6곳이며, 최솟값인 1,869명이 살고 있는 장소는 서울시 중구 소공동에 위치한 국민권익위원회, 경찰청 정류장이다. 노령화지수의 최댓값은 408.2로 서울시 종로구

표 2. 시간대별 보행자 교통사고 발생 건수
Table 2. Pedestrian traffic accidents by time

| 시간<br>Time | 전체<br>Total (%) | 경상이하<br>Slight (%) | 중상이상<br>Serious(%) |
|---|---|---|---|
| 0am | 83(5.91) | 31(2.21) | 52(3.70) |
| 1am | 50(3.56) | 21(1.50) | 29(2.07) |
| 2am | 40(2.85) | 18(1.28) | 22(1.57) |
| 3am | 28(1.99) | 7(0.50) | 21(1.50) |
| 4am | 33(2.35) | 6(0.43) | 27(1.92) |
| 5am | 59(4.20) | 11(0.78) | 48(3.42) |
| 6am | 50(3.56) | 19(1.35) | 31(2.21) |
| 7am | 48(3.42) | 21(1.50) | 27(1.92) |
| 8am | 78(5.56) | 32(2.28) | 46(3.28) |
| 9am | 60(4.27) | 23(1.64) | 37(2.64) |
| 10am | 43(3.06) | 21(1.50) | 22(1.57) |
| 11am | 46(3.28) | 21(1.50) | 25(1.78) |
| 12pm | 38(2.71) | 15(1.07) | 23(1.64) |
| 1pm | 48(3.42) | 29(2.07) | 19(1.35) |
| 2pm | 53(3.77) | 20(1.42) | 33(2.35) |
| 3pm | 46(3.28) | 27(1.92) | 19(1.35) |
| 4pm | 58(4.13) | 28(1.99) | 30(2.14) |
| 5pm | 76(5.41) | 41(2.92) | 35(2.49) |
| 6pm | 65(4.63) | 35(2.49) | 30(2.14) |
| 7pm | 80(5.70) | 35(2.49) | 45(3.21) |
| 8pm | 76(5.41) | 37(2.64) | 39(2.78) |
| 9pm | 62(4.42) | 30(2.14) | 32(2.28) |
| 10pm | 81(5.77) | 30(2.14) | 51(3.63) |
| 11pm | 103(7.34) | 50(3.56) | 53(3.77) |
| Total | 1404(100) | 608(43.3) | 796(56.7) |

종로1.2.3.4가동에 위치한 정류장 2곳에 해당하고 최솟값은 44.7로 서울시 강서구 염창동에 위치한 등촌역, 강서보건소 정류장이다. 교통량의 경우는 일일교통량 최댓값이 132,827대이고 이 장소는 서울 동작구 사당2동에 위치한 정류장 3곳에 해당한다. 반면 최솟값은 26,460대로 이 장소는 서울시 동대문구 용신동에 위치한 정류장 2곳에 해당하는 장소이다.

추가적으로 독립변수들의 VIF(Variance Inflation Factor)값을 확인함으로써 다중공선성의 문제도 진단하였다. 각 변수의 VIF 계수는 승하차 인원 2.505, 버스 대수 당 인원 2.487, 행정동 인구 1.375, 행정동 노령화지수 1.453, 중앙분리대 1.068, 정차대와 횡단보도 간 이격거리 1.562, 정류장 구조 1.925, 추월차로 2.044, 신호속도카메라 1.346, 불법주정차카메라 1.412, 무단횡단표지판 1.215, 지하철 출구 1.489, 교차로 1.526, 교통량 1.359, 차로 수 1.531로 나왔다. 다중공선성 문제는 VIF값 5를 기준으로 판단하였다. 본 연구의 다중공선성은 VIF 값이 5를 넘는 변수가 없으므로 문제가 없는 것으로 진단하였다.

## 2. 음이항 회귀분석

본 연구는 Excel과 R 3.4.4를 이용하여 각 변수에 해당하는 정류장 수, 총 사고 건수, 정류장 당의 사고 건수를 파악한 후 음이항 회귀모형을 구축하여 회귀분석을 진행하였다. 음이항 회귀모형을 사용하기 위한 조건을 검증하기 위해서는 두 가지 검증을 거쳐야 한다. 첫 번째로 종속변수에서 평균과 분산값의 VMR계수를 확인하는 것이고, 두 번째로는 음이항 회귀분석의 모형을 구축할 때에 산출되는 평균과 분산값의 과분산계수($\alpha$)를 확인하는 방법이 있다(이광훈·김태승 2017). 종속변수의 VMR계수의 경우 앞에서 검증하였다. 음이항 회귀모형을 구축할 때 계산되는 과분산계수($\alpha$)의 경우는 0과 0이외의 수치로 음이항 회귀모형을 검증할 수 있는데 과분산계수($\alpha$)가 0일 경우 모형의 평균과 분산값이 일치한다는 것을 의미하기에 포아송 회귀모형을 사용해야 함을 의미하고, 반대로 0이외의 수치일 경우 구축한 음이항 회귀모형이 적합함을 보여준다.

R 3.4.4의 경우 음이항 회귀분석을 실행한 후에 Theta 값을 주어 모형의 과분산을 검정한다. Theta값은 타 통계프로그램에서 산출하는 과분산 검정 결과인 과분산계수($\alpha$)와 비슷한데 이 Theta 값을 역치하면 음이항 회귀모형을 검정하는 과분산계수($\alpha$)가 되기 때문에 Theta값을 통해서도 음이항 회귀모형의 적합성을 알 수 있다. 본 연구에서 도출한 Theta값과 이를 역치한 과분산계수($\alpha$)는 각각 5.92와 0.169(전체 보행자 교통사고), 5.11과 0.196(경상이하 보행자 교통사고), 7.95와 0.126(중상이상 보행자 교통사고)임을 확인했다. 세 가지 모형 모두 과분산계수($\alpha$)가 0 이외의 수치임을 확인했으므로 음이항 회귀분석에 사용하는 데에 적합하다고 할 수 있다.

다음으로 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고에 영향을 미치는 요인은 다음 표 4와 같이 정리하였다.

우선 통행인구 요인에서는 승하차 인원, 버스 대수당 인원, 행정동 노령화지수가 분석결과가 유의하게 나왔다. 우선 승하차 인원의 경우 보행자 교통사고에 양(+)의 영향을 미치는 요인으로 분석되었다. 이는 버스 정류장을 이용하는 사람들이 많은 곳이 사고가 자주 발생한다는 결과이다.

버스 대수 당 인원은 전체와 경상이하의 보행자교통사고에서 양(+)의 영향을 띄는 것으로 나타났다. 이 변수는 해당 버스정류장에 정차하는 버스 한 대당 승객의 수용량을 나타낸다. 이에

표 3. 기초통계분석
Table 3. Descriptive analysis

| 구분<br>Class | 변수<br>Variable | | No. of bus station (%) | 평균<br>Mean | 표준편차<br>Std. Dev. | 최솟값<br>Min. | 최댓값<br>Max. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 통행인구 요인<br>Pop. Factor | 승하차 인원<br>No. of passengers getting on and off the bus | | 249(100) | 5215.6 | 4352.6 | 131.1 | 26385.6 |
| | 버스 대수 당 인원<br>No. of passengers per bus | | 249(100) | 13.7 | 7.8 | 1.9 | 40.5 |
| | 행정동 인구<br>Total pop in admin. dong | | 249(100) | 26316.0 | 10204.0 | 1869.0 | 53613.0 |
| | 행정동 노령화지수<br>Aging index of admin. dong | | 249(100) | 134.3 | 58.1 | 44.7 | 408.2 |
| 정류장의 물리적 환경요인<br>Physical Environ. Factors on Bus Station | 중앙분리대<br>Median strip | Yes | 87(35.0) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 162(65.0) | | | | |
| | 정차대와 횡단보도 간 거리<br>Distance between bus station and crosswalk | Yes | 156(62.7) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 93(37.3) | | | | |
| | 정류장 구조<br>Bus station structure | Sep. | 183(73.5) | - | - | 0 | 1 |
| | | Integ. | 66(26.5) | | | | |
| | 추월차로<br>Overtaking lane | Yes | 108(43.4) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 141(56.6) | | | | |
| 규제시설 요인<br>Regulatory Factors | 신호속도 감시카메라<br>Surveillance Cam. for speed | Yes | 46(18.5) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 203(81.5) | | | | |
| | 불법주정차 감시카메라<br>Surveillance CCTV for illegal parking | Yes | 83(33.3) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 166(66.7) | | | | |
| | 무단횡단 경고표지판<br>Unauthorized crossing warning signs | Yes | 204(81.9) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 45(18.1) | | | | |
| 도로 및 교통요인<br>Road and Traffic Factors | 지하철 출구<br>Subway exit | Yes | 76(30.5) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 173(69.5) | | | | |
| | 교차로<br>Intersection | Yes | 101(40.6) | - | - | 0 | 1 |
| | | No | 148(59.4) | | | | |
| | 차로 수(6차로)<br>No. of lanes (6 lanes) | Over | 175(70.3) | - | - | 0 | 1 |
| | | Less | 74(29.7) | | | | |
| | 교통량 Traffic Volume | | 249(100) | 62598.0 | 18331.6 | 26460.0 | 132827.0 |

따라 버스정류장의 총 운행 버스 용량이 얼만큼의 사람을 수용할 수 있는지를 분석해 볼 수 있고, 이에 따른 혼잡도도 알 수 있다. 이 변수가 양(+)의 영향을 띄었다는 것은 버스정류장의 운행 버스 대수 대비 승객 인원이 많다면 사고의 발생 가능성이 증가한다는 것을 의미한다.

행정동 노령화지수의 경우 전체와 중상이상의 보행자 교통사고에서 양(+)의 영향을 띄었다. 이는 해당 지역에 고령자가 많으면 많을수록 사고의 발생 가능성이 증가한다는 것을 의미한다. 주목할 점은 경상이하에서는 유의하지 않고 중상이상의 보행자 교통사고에서는 유의하게 결과가 나왔다는 점이다. 이는 고령자가 보행자 교통사고를 당할 경우 경상이하의 가벼운 부상보다 중상이상의 심각한 부상을 입게 되는 경우가 잦다는 것을 의미할 수 있다. 통행인구 요인에서의 분석결과를 살펴보면 통행량이 많거나 복잡할수록 사고의 발생이 잦은 것을 확인할 수 있다. 이에 대해서 반대로 생각해본다면 버스 정류장을 이용하는 사람들을 분산시킨다면 사고의 발생 가능성이 낮아질 수 있다고 할 수 있다. 이에 따라 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고를 감소시키기 위해서는 정류장을 이용하는 사람들을 분산시키는 방법도 한번 고려해야 할 부분이라고 본다.

정류장의 물리적 환경요인으로는 중앙분리대, 정류장 구조 변수에서 유의하다고 결과가 나왔다. 중앙분리대의 경우 전체 보행자 교통사고와 경상이하 보행자 교통사고에서 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이는 중앙버스전용차로 정류장으로 무단횡단을 시도하고자 하는 사람과 버스와 자동차들의 중앙선 침범으로 인한 보행자 사고에 있어 상당한 사고 감소 효과를 보인다는 것을 의미한다. 하지만 중상이상의 보행자 교통사고의 경우는 유의하지 않다는 점에서 심각한 사고의 감소 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

정류장 구조는 전체 보행자 교통사고에서 음(-)의 영향을 띄고 중상이상의 보행자 교통사고에서 매우 유의한 음(-)의 영향을 띄는 것으로 나타났다. 이에 대한 결과는 보행자의 무단횡단과 관련이 있다고 본다.

횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장은 중앙선을 기점으로 차로 양쪽에 정류장이 있기에 보행자가 건너야 할 횡단보도의 횡단거리가 짧아져 그림 8 처럼 보행자들이 무단횡단 할 가능성이 높아진다고 본다. 또한, 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장은 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장과 비교해서 전체적으로 횡단거리가 짧아지는 동시에 정류장과 정류장 사이의 중앙버스전용차로 2차로의 짧은 횡단거리가 생기게 된다.


그림 8. 짧은 횡단거리로 인해 발생하는 무단횡단

Figure 8. Jaywalking caused by short crossing distance

그 2차로는 중앙버스전용차로로 지정되지 않은 타 차선보다 통행량이 적고 또 버스밖에 다니지 않기에 보행자들이 신호를 쉽게 무시하고 건너는 경우가 잦다. 또한 시내버스가 아닌 관광버스나 회사출퇴근 버스의 경우 고객이나 회사원을 태울 때를 제외하고 버스 정류장에

표 4. 음이항 회귀분석 결과

Table 4. Results of negative binomial regression analysis

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">독립변수<br>Independent Variable</th><th colspan="2">전체사고<br>Total</th><th colspan="2">경상이하 사고<br>Below slight injury</th><th colspan="2">중상이상 사고<br>Above serious injury</th></tr>
<tr><th>coef.</th><th>z</th><th>coef.</th><th>z</th><th>coef.</th><th>z</th></tr>
<tr><td rowspan="4">통행인구 요인<br>Pop. Factor</td><td>승하차 인원<br>No. of passengers getting on and off the bus</td><td>6.5e-05***</td><td>5.34</td><td>6.1e-05***</td><td>4.02</td><td>6.0e-05***</td><td>4.60</td></tr>
<tr><td>버스 대수 당 인원<br>No. of passengers per bus</td><td>0.012*</td><td>1.67</td><td>0.022**</td><td>2.32</td><td>0.006</td><td>0.71</td></tr>
<tr><td>행정동 인구<br>Total pop. in admin. dong</td><td>-1.4e-06</td><td>-0.29</td><td>-9.6e-06</td><td>-1.50</td><td>5.1e-06</td><td>0.95</td></tr>
<tr><td>행정동 노령화지수<br>Aging index of admin. dong</td><td>0.002**</td><td>2.18</td><td>0.001</td><td>1.21</td><td>0.002**</td><td>2.39</td></tr>
<tr><td rowspan="4">정류장의 물리적 환경요인<br>Physical Environ. Factors on Bus Station</td><td>중앙분리대<br>Median strip</td><td>-0.202**</td><td>-2.39</td><td>-0.300***</td><td>-2.62</td><td>-0.114</td><td>-1.21</td></tr>
<tr><td>정차대와 횡단보도 간 거리<br>Distance between bus station and crosswalk</td><td>-0.048</td><td>-0.50</td><td>-0.051</td><td>-0.40</td><td>-0.014</td><td>-0.12</td></tr>
<tr><td>정류장 구조<br>Bus station structure</td><td>-0.204*</td><td>-1.78</td><td>0.014</td><td>0.09</td><td>-0.373***</td><td>-2.94</td></tr>
<tr><td>추월차로<br>Overtaking lane</td><td>0.078</td><td>0.70</td><td>0.160</td><td>1.08</td><td>-0.014</td><td>-0.11</td></tr>
<tr><td rowspan="3">규제시설 요인<br>Regulatory Factors</td><td>신호속도 감시카메라<br>Surveillance Cam. for speed</td><td>0.184</td><td>1.60</td><td>0.196</td><td>1.28</td><td>0.170</td><td>1.30</td></tr>
<tr><td>불법주정차 감시카메라<br>Surveillance CCTV for illegal parking</td><td>0.174*</td><td>1.85</td><td>0.182</td><td>1.47</td><td>0.170</td><td>1.63</td></tr>
<tr><td>무단횡단 경고표지판<br>Unauthorized crossing warning signs</td><td>0.042</td><td>0.38</td><td>–0.048</td><td>-0.33</td><td>0.099</td><td>0.79</td></tr>
<tr><td rowspan="4">도로 및 교통요인<br>Road & Traffic Factors</td><td>지하철 출구 Subway exit</td><td>-0.003</td><td>-0.03</td><td>0.060</td><td>0.45</td><td>-0.053</td><td>-0.48</td></tr>
<tr><td>교차로 Intersection</td><td>-0.143</td><td>-1.44</td><td>-0.193</td><td>-1.45</td><td>-0.111</td><td>-0.99</td></tr>
<tr><td>차로 수 No. of lanes</td><td>-0.191*</td><td>-1.87</td><td>-0.356***</td><td>-2.60</td><td>-0.057</td><td>-0.50</td></tr>
<tr><td>교통량 Traffic volume</td><td>4.2e-06*</td><td>1.70</td><td>8.8e-06***</td><td>2.67</td><td>9.2e-07</td><td>0.32</td></tr>
<tr><td colspan="2">상수 Constant</td><td>0.917***</td><td>2.79</td><td>-0.066</td><td>-0.15</td><td>0.440</td><td>1.18</td></tr>
<tr><td colspan="2">Obs.</td><td colspan="2">249</td><td colspan="2">249</td><td colspan="2">249</td></tr>
<tr><td colspan="2">Variance to Mean Ratio (VMR)</td><td colspan="2">3.49</td><td colspan="2">2.44</td><td colspan="2">2.25</td></tr>
<tr><td colspan="2">Theta</td><td colspan="2">5.92</td><td colspan="2">5.11</td><td colspan="2">7.95</td></tr>
<tr><td colspan="2">Alpha($\alpha$)</td><td colspan="2">0.17</td><td colspan="2">0.20</td><td colspan="2">0.13</td></tr>
<tr><td colspan="2">Std. Err</td><td colspan="2">1.20</td><td colspan="2">1.54</td><td colspan="2">2.58</td></tr>
<tr><td colspan="2">log-likelihood</td><td colspan="2">-615.11</td><td colspan="2">-457.05</td><td colspan="2">-505.62</td></tr>
<tr><td colspan="2">AIC</td><td colspan="2">1264.20</td><td colspan="2">948.11</td><td colspan="2">1045.20</td></tr>
<tr><td colspan="2">BIC</td><td colspan="2">1324.02</td><td colspan="2">1007.91</td><td colspan="2">1105.03</td></tr>
</table>

준거변수(reference variables): 중앙분리대(없음), 정차대와 횡단보도간 이격거리(5m 미만), 정류장 구조(통합형), 추월차로(없음), 신호속도 감시카메라(없음), 불법주정차 감시카메라(없음), 무단횡단 경고표지판(없음), 지하철 출구(없음), 교차로(없음), 차로 수(6차로 이하)

*p<0.1, **p<0.05 ***p<0.01

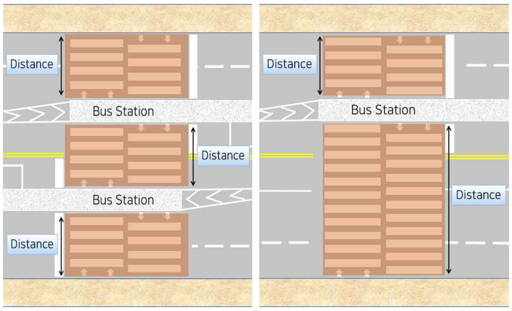


그림 9. 유형별 횡단보도의 횡단거리 비교
(왼쪽 : 통합형 / 오른쪽 : 분리형)
Figure 9. Distance of crosswalk by type
(Left : Integrated / Right : Separated)

멈추지 않고 빠른 속도로 정류장을 지나치는데 이런 부류의 버스와 보행자가 충돌한다면 심각한 교통사고가 아닐 수 없게 된다고 본다 (그림 9. 참고).

마지막으로 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장은 통행인구 요인에서 언급하였던 버스승하차 인원과 버스노선을 각각 분리된 정류소로 분산시키는 기능도 할 수 있기에 이는 보행자 교통사고를 저감시킬 확실한 물리적 환경이라 생각한다. 그렇기 때문에 중앙버스전용차로 정류장을 설치할 때 보행자들의 안전을 위해서 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장보다 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장으로 설치하는 것도 고려해보아야 한다고 생각한다.

규제시설요인에서는 불법주정차 감시카메라가 전체 보행자 교통사고에 유의한 양(+)의 영향을 띄는 것으로 나타났다. 이는 불법주정차 카메라가 설치된 지역에 더 많은 사고가 발생한다는 뜻으로 단순히 사람과 차량이 많이 다니는 혼잡한 곳에 불법주정차 감시카메라를 설치했기에 보행자 교통사고가 오히려 더 자주 발생하는 경우일 수 있다. 하지만 불법주정차 감시카메라의 설치가 불법주정차하는 차량으로 인해 생기는 운전자와 보행자의 시야 방해를 예방하여 충분히 보행자 교통사고를 감소시킬 수 있는 요인임에도 양(+)의 영향을 띈 것은 불법주정차 감시카메라만으로는 보행자 교통사고 감소에 실질적인 영향을 주지 못한다는 것을 의미할 수 있기에 추가적인 보행 안전대책을 세울 필요가 있다.

도로 및 교통요인에서는 교통량과 차로 수에서 유의한 결과가 나왔다. 교통량은 전체 보행자 교통사고에서 양(+)의 영향을 띄고, 경상이하 보행자 교통사고에서는 매우 유의한 양(+)의 영향을 띄었다. 이 결과는 중앙버스전용차로 정류장 인근을 지나는 차량의 대수가 많을수록 사고가 자주 일어나는 통념적인 결과라고 생각한다. 반면 차로 수는 전체 보행자 교통사고에서 음(-)의 영향을 띄고, 경상이하 보행자 교통사고에서는 매우 유의한 음(-)의 영향을 띄는 것으로 나타났고, 중상이상의 보행자 교통사고에서는 유의하지 않게 나왔다. 이는 중앙버스전용차로 정류장이 있는 장소에 차로 수가 여섯 차로보다 넓으면 경상이하의 사고 발생 가능성이 낮아진다는 의미이다.

중앙버스전용차로 정류장이 있는 장소는 도로 한가운데에 정류소가 있기 때문에 횡단거리가 짧아져 심리적으로 무단횡단이 발생하는 가능성이 높아지기에 보행자 교통사고가 자주 발생하는 이유가 될 수 있다. 다만 이는 경상이하의 보행자 교통사고에서 통용되는 문제이고 중상이상의 심각한 보행자 교통사고는 분석 결과에도 유의하게 나오지 않듯, 횡단거리가 길 경우 도로에 노출되는 시간이 길어져 그만큼 사고의 심각도가 오를 수 있으므로 횡단거리가 영향을 미치지 않을 수 있다. 그럼에도 이와 같은 결과는 보행자 교통사고를 저감하는데에 도움이 될 수 있기에 ‘도로다이어트’ 정책 중 버스전용차로를 여섯 차로로 축소하는 부분에서 이에 대해 고려를 하고 보행자들의 무단횡단에 대한 대책이 필요하다고 본다.

# V. 결론

## 1. 연구의 종합

본 연구에서는 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 보행자 교통사고에 영향을 미치는 요인을 분석해보고자 2014년부터 2016년까지의 TAAS 차대사람 교통사고 자료와 보행자 교통사고에 영향을 줄 요인들을 추출해 음이항 회귀분석을 실시하였다.

분석의 결과를 바탕으로 각 요인과 상해 정도별 보행자 교통사고 사이에 얼마나 영향이 있는지 확인한 후, 본 연구에서는 다음과 같은 여섯 가지의 결론과 정책적 시사점을 도출했다.

첫째, 기초통계분석에서 시간대별 보행자 교통사고의 사고 건수를 분석해본 결과, 중앙버스전용차로 정류장에서 밤 시간대에 발생하는 보행자 교통사고에 주목해야 한다고 생각한다. 중앙버스전용차로 정류장에서 발생하는 교통사고의 시간대를 분석한 결과 22시, 23시, 24시 등 밤 시간대에 보행자 교통사고가 다른 시간대보다 더 빈번하게 일어났다. 이는 밤중에 다니는 차량이 낮 시간에 비해 비교적 적기에 보행자들이 중앙버스전용차로 정류장을 이용해서 무단횡단을 시도하다 사고가 발생하는 심리적인 부분, 음주 후 판단력이 흐려진 상태에서 무단횡단하는 부분 등의 다양한 원인이 작용할 수 있다. 그러므로 이에 주목하고 정류소에 물리적 환경에 변화를 주어서 심리적인 부분에서 무단횡단을 할 의지를 감소시키는 방안을 제시하거나 밤중의 순찰을 강화하는 등의 방법으로 밤 시간대의 보행자 교통사고를 감소시킬 대책을 마련해야 할 필요성이 있다고 본다.

둘째. 중앙버스전용차로 정류장에서 고령자들에게 발생하는 보행자 교통사고에 대한 대책이 필요하다. 우리나라는 2017년 9월 전체 인구에서 고령자의 인구가 14%보다 많은 고령사회에 진입했다. 이 수치는 매년 증가하는 추세이기에 이에 관심을 가져야 한다고 본다. 고령자는 사고의 위험에 노출될 때 늦은 반응속도로 사고를 회피하는 것이 어렵고, 혹여 사고가 발생한다면 중상이상의 심각한 부상으로 이어질 가능성이 매우 크다. 그러므로 중앙버스전용차로 정류장 주변에서 발생하는 고령자 교통사고에 대한 대책이 시급하다고 판단된다.

셋째, 중앙버스전용차로 정류장 사이에 중앙분리대의 설치가 필요할 것으로 판단된다. 중앙분리대는 보행자들이 차로를 가로지르면서 정류장으로 횡단하는 것을 막아주고 버스와 자동차의 중앙선 침범 사고도 예방해 준다. 비록 중상이상의 보행자 교통사고에서는 영향을 주지 못한다는 결과를 보였지만, 전체적인 보행자 교통사고와 특히 경상이하의 보행자 교통사고가 발생하는 보행자 교통사고에서 매우 유의한 음(-)의 결과가 도출된 것으로 볼 때 중앙분리대는 보행자 교통사고 감소에 큰 도움이 될 수 있다고 본다.

넷째, 중앙버스전용차로 정류장 주변 중에서 불법주정차 감시카메라가 설치된 장소에 추가적인 보행자 교통사고 안전대책을 세워야 한다. 불법주정차 감시카메라는 불법주정차 차량으로부터 차량 운전자와 보행자의 시야를 확보하는 데에 도움을 주는 규제시설이다. 하지만 본 연구의 분석결과, 불법주정차 감시카메라가 설치된 지역에서 전체 보행자 교통사고 부분에 양(+)의 관계를 가지고 있었다. 이러한 결과는 원래 교통사고가 빈번하게 일어나는 곳에 감시카메라를 설치했기 때문으로 이해할 수 있다. 하지만 이는 불법주정차 감시카메라가 보행자 교통사고 감소에 효과적이지 못하다는 것을 보여주는 결과일 수 있기에 불법주정차 감시카메라가 설치된 장소에 보행자 교

통사고를 예방할 수 있는 추가적인 대책이 필요하다는 것을 시사할 수 있다.

다섯째, 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장보다 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장을 설치하는 것이 전체 보행자 교통사고와 중상이상의 심각한 보행자 교통사고 감소에 도움이 된다. 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장은 횡단보도 하나에 정류소가 두 개가 배치되어 있어 양쪽 보도에서 혹은 정류소 사이의 횡단거리가 짧아 무단횡단이 발생할 가능성이 높은 정류장 구조이다. 반면에 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장은 횡단보도 하나에 정류소가 한 개만 배치되어 있어 반대쪽 보도에서 횡단하는 데에 거리가 있고 또 정류소를 두 개로 분리하여 승하차 버스의 인원과 버스노선을 분산시키는 기능도 할 수 있어 보행자 교통사고를 감소시키는 데에 도움이 되는 정류장 구조이다. 분석결과에 따르면 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장은 경상이하의 보행자 교통사고에서는 유의하지 않았지만, 전체 보행자 교통사고에서 유의하게 나타났고 중상이상의 보행자 교통사고에서는 매우 유의하게 나타나 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장에 비해 심각한 보행자 교통사고의 사고 가능성을 줄일 수 있다는 결과를 도출하였다. 그러므로 치사율이 높은 보행자 교통사고를 예방하기 위해서는 횡단보도 통합형 중앙버스전용차로 정류장보다 횡단보도 분리형 중앙버스전용차로 정류장을 설치하는 것이 유리하다고 할 수 있다.

여섯째, 중앙버스전용차로 정류장이 있는 장소에서는 차로 수가 여섯 차로보다 많으면 사고의 발생 가능성이 낮아진다. 이와 같은 결과는 보행자의 무단횡단과 관련이 있다고 본다. 차로 중앙에 위치하고 있는 중앙버스전용차로 정류장은 차로 수가 적을수록 횡단거리를 더욱 좁혀지기 때문에 보행자들이 더 무단횡단을 시도하는 원인이 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 보행자 횡단거리를 고의적으로 길게 만드는 것도 문제가 있기 때문에 무단횡단의 위험성에 대한 보행자의 인식 수준을 높일 수 있는 교육 및 홍보를 하거나, 물리적인 단속이나 경고 시스템의 제공 등이 필요하다고 본다. 또한, 이 문제는 서울시에서 계획하고 있는 '도로 다이어트' 정책이 성공적으로 추진되기 위해서 반드시 고려되어야 할 부분이라고 생각한다.

## 2. 연구의 의의와 한계

본 연구는 지금까지 구체적으로 연구되지 않았던 중앙버스전용차로 정류장의 보행자 교통사고를 대상으로 2014년부터 2016년까지의 보행자 교통사고 데이터를 활용하여 보행자 교통사고의 요인을 분석하고 사고 가능성을 감소시킬 수 있는 방안을 제시했다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다. 하지만 본 연구는 이러한 의의를 도출했음에도 불구하고 몇 가지 한계점을 지니며 그 내용은 다음과 같다.

첫째. 중앙버스전용차로 정류장의 모든 물리적 환경 변수를 담아내지 못했다는 점에서 한계가 있었다. 보행자 교통사고 사고를 영향을 줄 가능성이 있는 추가적인 물리적 환경 변수는 전방형과 후방형 그리고 양방형 정류장의 구분, 자전거우선도로, 보도 펜스, 버스전용차로 단속카메라, 횡단보도 이단형 정류장, 계단식 차로 등이다. 이 변수들은 표본 수가 매우 적어서 본 연구의 요인 분석 변수에 포함하지 못하였다. 이는 분석범위를 전국적으로 넓히거나, 시간이 지난 후에 이러한 물리적인 환경이 중앙버스전용차로 정류장 주변에 어느 정도 갖춰진다면 추가적으로 연구해 볼 부분이다.

둘째, 이 연구는 교통사고 가해자와 피해자의 개인 요인에 대한 고려를 하지 못하였다. TAAS의 GIS 분석시스템에서 제공하는 차대사람 교통사고 데이터엔 사망, 부상, 경상, 부상신고의 상해자 수, 사고유형, 법규위반 등의 내용이 있지만, 막상 사고를 당한 사람이 음주 상태였었는지 무단횡단하다 사고가 발생한 것인지 아니면 정상적으로 횡단 중 사고가 발생한 것인지에 대한 세부적인 상황이 제공되고 있지 않다.

셋째, 이 연구는 중앙버스전용차선 정류장의 3년 동안의 시간적 변화와 보행자 교통사고의 매 시간대의 특징을 반영하지 못했다. 예를 들면 중앙분리대가 생기기 이전의 보행자 교통사고와 중앙분리대가 생긴 이후의 보행자 교통사고를 비교·분석하는 것은 중앙분리대가 얼마나 보행자 교통사고를 감소시키는 데에 영향을 주는가를 알아내는 데에 있어 중요한 부분으로 볼 수 있다. 또한, 낮 시간대의 보행자 교통사고와 밤 시간대의 교통사고는 각 시간대마다 사고가 발생하는 원인과 심각도에 있어 차이가 있을 수 있다. 이러한 한계점은 앞으로 데이터가 점점 축적된다면 해결될 수 있는 문제이다.

향후 이와 같은 연구의 한계점을 고려하여 추가적인 연구를 진행한다면 중앙버스전용차로에서 발생하는 보행자 교통사고를 더 효과적으로 저감시킬 수 있을 구체적인 방안이 도출될 것으로 기대한다.

---

주1. 서울시와 도로교통공단 자료를 참고하면 2010년부터 2016년간 서울시의 일반도로에서 발생한 교통사고 100건당 치사율은 0.98명인데 반해 중앙버스전용차로의 교통사고 치사율은 3.1명이었다.

주2. 통계청에 따르면 2016년 기준 우리나라 총 인구수는 51,269,554명이고 서울특별시 인구는 9,805,506명이다.

주3. 중앙버스전용차로 정류장도 교통섬의 일종이다.

주4. 본 연구에서 분석에 오류를 야기 시킬 수 있는 32개 중앙버스전용차로 정류장은 제외하였다. 그 중 22개의 버스정류장은 3년 동안 물리적 환경에 변화가 있었던 정류장에 해당한다. 예를 들면, 2014년에 중앙분리대가 없었던 용두동사거리, 신설동역 등 10곳과 2016년부터 중앙분리대가 설치되어 있었던 구로디지털단지역과 우성아파트 등 12곳의 버스 정류장이다. 또한, 서울역 환승센터와 청량리역 환승센터 등 버스환승센터 10곳의 경우도 같은 방향의 버스 정류소가 몇 개씩 배치된 곳이라 분석에 적당하지 않아 제외하였다.

주5. 노령화지수는 고령화 인구 (65세 이상) / 유소년인구 (0~14세)로 계산한다. 본 연구는 각 행정동에 해당하는 노령화지수를 분석에 대입했다.

주6. 도로 다이어트란 도로 전체 폭원은 유지하면서 차로 폭이나 차로 수를 줄이고, 보도를 확장하거나 자전거 도로 등을 설치하는 도로 사업을 의미한다. 서울시는 2018년 3월 5일 국토부에 '녹색교통지역 특별대책'을 제출하면서 4대문 안에 있는 버스전용차로가 있는 도로는 6차로로, 일반도로는 4차로로의 도로 다이어트 정책을 계획하고 있다.

## 인용문헌
## References

1. 김진태·김준용·배현식·이동일, 2014. "중앙버스전용차로 횡단보도 보행안전 확보방안 연구 - 무단횡단 억제시설 설치를 중심으로-", 「교통연구」, 21(2): 13-26.
   Kim, J. T., Kim, J. Y., Bae, H. S., Lee, D. L., 2014. "A Study on Safety Enhancement of Pedestrians Crossing on an Exclusive Median Bus Corridor - Device Discouraging Illegal Crossing on Signalized Pedestrian Crossings", *Journal of Transport Research*, 21(2): 13-26.
2. 박효신·손봉수·김형진, 2007. "고속도로 인터체인지 연결로에서의 교통사고 예측모형 개발", 「대한교통학회지」, 25(3): 123-135.
   Park, H. S., Son, B. S. and Kim, H. J., 2007. "Development of Accident Prediction Models for Freeway Interchange Ramps", *Journal of Korean Society of Transportation*, 25(3): 123-135.
3. 박승훈, 2014. "근린환경이 보행자-차량 충돌사고에 미치는 영향 - 북미 워싱턴 주 시애틀 도시를 대상으로", 「국토계획」, 49(3): 143-157.
   Park, S. H., 2014. "The Effect of the

Neighborhood Built Environment on Pedestrian-Vehicle Collisions - Focused on the Case of the City of Seattle, Washington, U.S.-", *Journal of Korea Planning Association,* 49(3): 143-157.

4. 서지민·이수기, 2016. "서울시 보행자 교통사고에 영향을 미치는 물리적 환경요인에 관한 연구 : 2014 TAAS 자료를 중심으로", 「국토계획」, 51(3): 197-216.
   Seo, J. M. and Lee, S. G., 2016. "A Study on the Physical Environmental Factors Influencing Pedestrian Traffic Accidents in Seoul, Korea : Focused on the 2014 TAAS Data" *Journal of Korea Planning Association*, 51(3): 197-216.
5. 손슬기·박병호, 2017. "회전 및 진입 차로 수에 따른 학교와 인접한 회전교차로 보행자 사고모형", 「한국안전학회지」, 32(5): 135-140.
   Son, S. G. and Park, B. H., 2017. "Pedestrian Accident Models of Roundabout Near Schools by the Number of Entry and Circulatory Lane", *Journal of the Korean Society of Safety*, 32(5): 135-140.
6. 심관보·김중효, 2013. 「중앙버스전용차로 교통사고 원인분석 및 안전대책 연구 - 교통안전시설을 중심으로-」, 서울: 도로교통공단 교통과학연구원.
   Shim, G. B. and Kim, J. H., 2013. *Analysis of Causes of Traffic Accidents with Bus Median Lanes and Study on Safety Measures -Focused on Traffic Safety Facilities-*, Seoul: The Korea Road Traffic Authority Traffic Science Institute Report.
7. 이광훈·김태승, 2017. "한국화물운송노동자의 노동환경이 교통사고에 미치는 영향 분석", 「로지스틱스연구」, 25(1), 1-22.
   Lee, K. H. and Kim, T. S., 2017. "A Study on the Impact of Korean Trucking Labor Environment on Traffic Accidents", *Korean Journal of Logistics*, 25(1), 1-22.
8. 이동일·김진태·김준용·배현식, 2015. "중앙버스전용차로 횡단보도 보행 위반행태 분석: 고속버스터미널역 사례분석", 「대한교통학회지」, 33(2): 136-144.
   Lee, D. L., Kim, J. T., Kim, J. Y., Bae, H. S., 2015. "Analysis on Pedestrian Crossing Illegal Behavior on Exclusive Median Bus Corridor: A Case Study of Express Bus Terminal Station", *Korean Society of Transportation*, 33(2): 136-144.
9. 이수범·김명숙·장일준·김장욱, 2009. "교통섬 설치가 보행자 교통사고에 미치는 영향 연구", 「대한교통학회지」, 27(2): 107-115.
   Lee, S. B., Kim, M. S., Jang, L. J., Kim, J. U., 2009. "The Influence of Traffic Islands on Pedestrian Safety", *Korean Society of Transportation*, 37(2), 107-115.
10. 이호준·이수기, 2017. "근린의 도로 네트워크 구조와 보행자 교통사고의 연관성분석: 서울시 TAAS (2012~2014) 자료를 중심으로", 「국토계획」, 52(1): 141-161.
    Lee, H. J. and Lee, S. G., 2017. "An Analysis of Associations between Neighborhood Road Networks and Pedestrian Traffic Accidents: Focused on the TAAS (2012-2014) in Seoul, Korea", *Journal of Korea Planning Association*, 52(1), 141-161.
11. 임준범·홍지연·장일준·박준태, 2012. "서울시 버스전용차로구간의 버스사고 영향요인 분석 연구(중앙전용차로 및 가로변전용차로 구분)", 「한국도로학회 논문집」, 14(2): 145-155.
    Lim, J, B., Hong, J. Y., Jang, L. J., Park, J. T, 2012. "Analysis of Bus Accidents Influential Factors on Bus Exclusive Lane in Seoul (Bus Median Lane and Bus Curb Lane Defined)", *International Journal of Highway Engineering*, 14(2): 145-155.

12. 정재풍·최종후, 2014. “교통사고건수에 대한 포아송 회귀와 음이항 회귀모형 적합”, 「한국자료분석학회」, 16(1): 165-172.
Jung, J. P., Choi, J. H., 2014. “Poisson Regression and Negative Binomial Regression Model Fit for Traffic Accidents” *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 16(1): 165-172.
13. 채경진·김나영·임영광·윤지영, 2006. “중앙버스전용차로제의 개선방안에 관한 연구”, 「교통정책연구」, 13(1): 59-77.
Chae, K. J., Kim, N. Y., Lim, Y, K, Yoon, J. Y., 2006. “A Study of an Improving Measure for the Exclusive Median Bus Lanes”, *Journal of Transport Research,* 13(1): 59-77.
14. 한상진·김근정, 2006.「도로안전진단을 통한 중앙버스전용차로 안전도 향상방안」, 경기: 한국교통연구원.
Han, S. J. and Kin, K. J., 2006. *Study of Improvement of Safety by Bus Median Lanes through Road Safety Diagnosis*, Gyeonggi: The Korea Transport Institute Report.
15. 한상진·이해선, 2015.「중앙버스전용차로 보행자 사고 감소방안」, 세종: 한국교통연구원.
Han, S. J. and Lee, H. S., 2015. *Study of Reducing Pedestrian Accidents with Bus Median Lane*, Sejong: The Korea Transport Institute Report.
16. 한상진, 2016. “중앙버스전용차로의 사고위험요소별 정성적 위험도 평가 및 개선방안”,「교통연구」, 23(4): 49-59.
Han, S. J., 2016. “Qualitative Risk Assessment on Median Bus Lanes and Improvement Measures“, *Journal of Transport Research,* 23(4): 49-59.
17. Chang, L. Y., 2005. “Analysis of Freeway Accident Frequencies: Negative Binomial Regression versus Artificial Neural Network”, *Safety Science*, 43(8): 541-557.
18. Cox, D. R., 1983. “Some Remarks on Overdispersion”, *Biometrika*, 70(1): 269-274.
19. Kim, S. Y., Choi, J. S., Kim, M. K. and Kim, S. G., 2012. “Determination of Accident Modification Factors for the Median Bus Lanes on Urban Arterials”, *International Journal of Urban Sciences,* 16(1): 99-113.
20. Poch, M. and Mannering, F., 1996. “Negative Binomial Analysis of Intersection-accident Frequencies”, *Journal of Transportation Engineering,* 122(2): 105-113.

Date Received 2018-05-21
Date Reviewed 2018-07-01
Date Accepted 2018-07-01
Date Revised 2018-07-27
Final Received 2018-07-27